

明 細 書

輝度調整方法、液晶表示装置、およびコンピュータプログラム

技術分野

- [0001] 本発明は、液晶パネルと、該液晶パネルの背面に配置されたバックライトとを備える液晶表示装置の輝度調整方法、該輝度調整方法を適用した液晶表示装置、および輝度調整方法をコンピュータで実現するためのコンピュータプログラムに関する。

背景技術

- [0002] 液晶表示装置は、内蔵するゲートドライバおよびソースドライバが、パーソナルコンピュータ(以下、PCという)などから入力された映像信号に基づいて液晶パネルの各画素のオン/オフを制御し、映像信号に応じたデータ電圧を画素に印加することによって、液晶物質の電気光学特性により決定される光透過率を制御して画像を表示する。
- [0003] ところで、液晶物質は、それ自体の特性(例えば複屈折率)の他に、基板間の対向距離、すなわち液晶ギャップによって、電気光学特性が決定される。さらに詳述すれば、例えば、液晶物質がTN(Twisted Nematic)液晶である場合、透過光強度 I は、TN液晶の複屈折率 Δn および液晶ギャップ d の積、すなわちリタデーション $\Delta n \cdot d$ をパラメータとして、それ自体公知の数式(1)により決定される。なお、液晶ギャップ d は、一般的に、数式(1)の第1極小点($(2 \cdot \Delta n \cdot d) / \lambda = \sqrt{3}$, λ :波長)となるように設計される。
- [0004] [数1]

$$I = I_0 \frac{\sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot \Delta n \cdot d}{\lambda} \right)^2} \right)}{1 + \left(\frac{2 \cdot \Delta n \cdot d}{\lambda} \right)^2} \quad \dots \text{数式(1)}$$

- [0005] 図13は液晶物質の電気光学特性の一例を示すグラフであり、横軸は液晶物質へ

の印加電圧を、縦軸は液晶物質の光透過率を、それぞれ示す。図13において、実線Aは液晶ギャップ d が $d = \lambda \cdot \sqrt{3} / (2 \cdot \Delta n)$ の場合における特性を、実線Bは $d < \lambda \cdot \sqrt{3} / (2 \cdot \Delta n)$ の場合における特性を、実線Cは $d > \lambda \cdot \sqrt{3} / (2 \cdot \Delta n)$ の場合における特性を、それぞれ示しており、液晶ギャップ d が変化すると、上述した数式(1)の如く、重要品質である光透過率が変化することがわかる。このように、液晶ギャップ d は、液晶表示装置の光透過率を決定するパラメータであるが、製造バラツキなどにより設計値に対して狭ギャップまたは広ギャップになる虞があり、所望の光透過率が得られず目的の階調表示ができないという問題があった。

- [0006] そこで、入力された映像信号により表現される階調レベルと、その階調レベルに対応する液晶パネルへの入力レベルとが関連付けられたルック・アップ・テーブル(以下、LUTという)を記憶するメモリを備え、階調レベルをLUTに基づいて入力レベルへ変換することによって、各装置固有の特性を補正して所望の階調特性を実現する液晶表示装置が知られている(例えば、特許文献1参照。)
- [0007] 特許文献1に開示されている液晶表示装置は、液晶パネルの前面に設けた外部光センサ(輝度計)により、各入力レベルにおける輝度を測定し、液晶パネルの実際のパネル階調特性を求める。そして、測定したパネル階調特性と所望する理想階調特性とからLUTに書き込む階調レベルと入力レベルとを算出してLUTに記憶する。
- [0008] 図14はLUTの内容の一例を示す概念図である。LUTには、インデックス値としての階調レベルと、バリュー値としての入力レベルとが互いに関連付けられて記憶されている。なお、階調レベルの階調数は8ビット(256)であり、入力レベルは、階調レベルの階調数より2ビット多い10ビット(1024)の場合の一例を示している。LUTには、階調レベル「0」と入力レベル「0」とが、階調レベル「1」と入力レベル「5」とが、階調レベル「2」と入力レベル「8」とが、…、階調レベル「255」と入力レベル「1023」とが、関連付けられて記憶されている。従って、図15に示すように、液晶表示装置は、入力された各画素の階調レベル(同図(a))を、LUTに基づいて、その階調レベルと関連付けられている入力レベル(同図(b))に変換して出力する。
- [0009] 図16はLUTを用いた輝度調整の概念を示す説明図である。図16において、実線は液晶パネルの実際の階調特性を示し、破線は設定すべき理想的な階調特性を示

す。液晶表示装置は、入力した映像信号により表現される階調レベルXを、LUTに基づいて、液晶パネルへの入力レベルYに変換し、理想的な階調特性を得る輝度Qとなるようにして擬似的に理想階調特性を実現する。

特許文献1: 特開2002-99238号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0010] ところで、理想階調特性としては、最大輝度に対し相対的に変化する場合と、最大輝度に対し相対的に変化しない場合との2種類がある。前者の具体例がガンマ特性であり、後者の具体例がDICOM(医療画像機器のための規格)に準拠したグレースケール表示関数(以下、GSDFという)である。
- [0011] 図17はガンマ特性($\gamma = 2.2$)を示すグラフであり、横軸に階調レベルを、縦軸に輝度を、それぞれ示す。実線は255階調時における輝度(最大輝度)が $600\text{cd}/\text{m}^2$ 、0階調時における輝度(最小輝度)が $1\text{cd}/\text{m}^2$ である場合の特性を、破線は最大輝度が $300\text{cd}/\text{m}^2$ 、最小輝度が $1\text{cd}/\text{m}^2$ である場合の特性を、それぞれ示す。ガンマ特性は、それ自体公知の数式(2)で表され、それぞれの特性を、その最大輝度で正規化すれば、図18に示すように、最大輝度がどのような輝度であっても同一の特性(曲線)を有する。従って、輝度は変わるものの同階調を得る階調レベルは変化しないため、LUTを変更することなく所望の階調特性への変換が可能となる。つまり、理想階調特性が最大輝度に対して相対的に変化する場合にはLUTを変更する必要はない。
- [0012] [数2]

$$L = (L_{\max} - L_{\min}) \left(\frac{i}{255} \right)^{\gamma} + L_{\min} \quad \cdots \text{数式 (2)}$$

L : 輝度

i : 階調レベル(0, 1, ..., 255)

γ : ガンマ値

L_{\max} : 最大輝度

L_{\min} : 最小輝度

[0013] 図19はDICOMに準拠したGSDFを示すグラフであり、横軸に階調レベルを、縦軸に輝度を、それぞれ示す。実線は最大輝度が600cd/m²、最小輝度が1cd/m²である場合の特性を、破線は最大輝度が300cd/m²、最小輝度が1cd/m²である場合の特性を、それぞれ示す。GSDFは、それぞれの特性を、その最大輝度で正規化すれば、図20に示すように、上述したガンマ特性とは異なり最大輝度によってその特性を異にする。輝度が変わった場合には、同階調を得る階調レベルが変化するため、LUTを変更しなければ所望の階調特性からのズレが生じてしまう。例えば、同じ正規化した輝度 Q (0.4cd/m²)となる階調レベルが、最大輝度が600cd/m²である場合には階調レベル X (203)であり、最大輝度が300cd/m²である場合には階調レベル Y (196)となり、階調レベルが異なる($X \neq Y$)。従って、理想階調特性が最大輝度に対して相対的に変化しない場合にはLUTを変更する必要性が生じる。

[0014] しかしながら、LUTに記憶すべき情報は、従来、液晶表示装置の製造工程において外部光センサで測定することにより求めており、LUTを変更するためには、その都度、外部光センサで実際のパネル階調特性を測定しなければならないという問題があった。もちろん、想定される最大輝度毎にパネル階調特性を予め測定し、それぞれに応じた複数のLUTを記憶しておくことにより補正を行うことも考えられるが、記憶部に要する記憶容量が増大するとともに複数のLUTを生成し記憶する必要性があり、高コスト化が避けられないという問題がある。

[0015] 上述した問題は、液晶表示装置が自発光型の表示装置ではなく、光源となるバック

ライトを必要とし、バックライトが、一般的に、使用することによりその輝度が変化することに起因している。バックライトの輝度の変化の態様としては、その輝度が安定するまでに時間(エージング時間)を有すること、また使用累積時間に応じて徐々に輝度が低下することなどがあげられる。

[0016] また、従来の液晶表示装置は、その輝度を調整できるといっても、ブライトネスの調整、すなわち、輝度の割合を調整できるだけであり、調整したとき(例えばブライトネス50%)の輝度の数値を使用者は知ることができず、自己の感性に判断を委ねるしかなかった。つまり、ブライトネスは定性的にしか調整することができず、使用者の好み、使用環境、および表示する映像の種類などの条件に応じて輝度を定量的に調整することが好ましいが、所望する輝度となるように制御できる液晶表示装置は存在しない。

[0017] 本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、バックライトの輝度と、バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度との関係を一意的に求め、バックライトの輝度から、バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度を一意に算出することにより、バックライトの輝度を調整して、輝度を定量的に設定することができる液晶表示装置の輝度調整方法の提供を目的とする。

[0018] また本発明は、液晶パネルが有する実際の階調特性を求めるとともに、設定すべき輝度、すなわち所望する理想階調特性を算出し、両方の階調特性を比較して輝度を調整することにより、優れた階調特性を実現することができる液晶表示装置の輝度調整方法の提供を目的とする。

[0019] さらに本発明は、上述した輝度調整方法を適用した液晶表示装置、および輝度調整方法をコンピュータで実現するためのコンピュータプログラムの提供を目的とする。
課題を解決するための手段

[0020] 第1発明に係る輝度調整方法は、液晶パネルと、該液晶パネルの背面に配置されたバックライトとを備え、前記液晶パネルへ入力する映像信号の入力レベルを調整することにより液晶パネルの透過率を制御して階調表示を行う液晶表示装置の輝度調整方法において、前記液晶表示装置は、前記バックライトの輝度を検出する輝度検出手段を備えており、前記液晶パネルを所定の透過率にするとともに、前記バックラ

イトを輝度の異なる複数の状態にし、前記バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度を測定して、各状態にて測定した輝度と前記輝度検出手段が検出する輝度とを関連付けて予め記憶し、前記液晶パネルを所定の透過率にした状態での前記液晶パネルを介して射出する光の所望の輝度設定値を設定し、記憶した各状態におけるそれぞれの輝度に基づいて、設定した輝度設定値となる前記輝度検出手段が検出すべき輝度を算出し、算出した輝度となるように前記バックライトの輝度を調整することを特徴とする。

[0021] 第2発明に係る輝度調整方法は、第1発明において、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度を測定して、測定した輝度と該輝度となる入力レベルとを関連付けて予め記憶し、記憶した輝度と入力レベルとに基づいて、前記輝度設定値となる場合の、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度と、各階調レベルに設定すべき輝度とを算出し、算出した各入力レベルにおける輝度と各階調レベルに設定すべき輝度とに基づいて、各階調レベルに設定すべき輝度と略同一の輝度となる入力レベルを抽出し、抽出した入力レベルと階調レベルとを関連付けて記憶し、映像信号の入力レベルに関連付けられた階調レベルで液晶パネルの透過率を調整することを特徴とする。

[0022] 第3発明に係る輝度調整方法は、第1発明において、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度を測定し、測定した各輝度を正規化し、正規化した各輝度と該輝度となる入力レベルとを関連付けて予め記憶し、記憶した輝度と入力レベルとに基づいて、前記輝度設定値となる場合の、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度と、各階調レベルに設定すべき輝度とを算出し、算出した各入力レベルにおける輝度と各階調レベルに設定すべき輝度とに基づいて、各階調レベルに設定すべき輝度と略同一の輝度となる入力レベルを抽出し、抽出した入力レベルと階調レベルとを関連付けて記憶し、映像信号の入力レベルに関連付けられた階調レベルで液晶パネルの透過率を調整することを特徴とする。

[0023] 第4発明に係る輝度調整方法は、第1発明乃至第3発明のいずれかにおいて、前記輝度設定値は、前記液晶パネルの透過率を制御可能な最大の透過率にした状態の輝度であることを特徴とする。

- [0024] 第5発明に係る輝度調整方法は、第1発明乃至第4発明のいずれかにおいて、前記複数の状態のうちの一状態は前記バックライトが調整可能な最大輝度であり、前記複数の状態のうちの他の一状態は前記バックライトが調整可能な最小輝度であることを特徴とする。
- [0025] 第6発明に係る液晶表示装置は、液晶パネルと、該液晶パネルの背面に配置されたバックライトとを備え、前記液晶パネルへ入力する映像信号の入力レベルを調整することにより液晶パネルの透過率を制御して階調表示を行う液晶表示装置において、前記バックライトの輝度を検出する輝度検出手段と、前記液晶パネルが所定の透過率であって、前記バックライトの輝度が異なる複数の状態における、前記輝度検出手段が検出した輝度と、前記バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度とが関連付けられた情報が予め記憶された記憶部と、前記液晶パネルが所定の透過率である状態における前記液晶パネルを介して射出する光の所望の輝度設定値を受け付ける受付手段と、前記記憶部に記憶されている情報に基づいて、前記受付手段にて受け付けた輝度設定値となる前記輝度検出手段が検出すべき輝度を算出する算出手段と、該算出手段にて算出した輝度となるように前記バックライトの輝度を調整する輝度調整手段とを備えることを特徴とする。
- [0026] 第7発明に係る液晶表示装置は、第6発明において、前記記憶部には、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度に係る第2情報がさらに記憶されており、該第2情報に基づいて、前記受付手段にて受け付けた輝度設定値となる場合の、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度を算出する第2算出手段と、前記受付手段にて受け付けた輝度設定値となる場合の、各階調レベルに設定すべき輝度を算出する第3算出手段と、該第3算出手段にて算出した各階調レベルに設定すべき輝度に対して、前記第2算出手段にて算出した各入力レベルにおける輝度との輝度差を算出する第4算出手段と、該第4算出手段にて算出した輝度差が最小となる入力レベルと階調レベルとを関連付けて記憶する記憶手段と、映像信号の入力レベルに関連付けられた階調レベルで液晶パネルの透過率を調整する調整手段とを備えることを特徴とする。
- [0027] 第8発明に係る液晶表示装置は、第6発明または第7発明において、前記輝度検

出手段は、前記バックライトの輝度に応じた電圧を有するアナログ形式の電気信号に変換する光電変換手段と、変換されたアナログ形式の電気信号をデジタル形式の電気信号に変換するアナログデジタル変換手段とを有することを特徴とする。

- [0028] 第9発明に係るコンピュータプログラムは、コンピュータから、液晶パネルと該液晶パネルの背面に配置されたバックライトとを備える液晶表示装置へ調整情報を出力させ、コンピュータに、液晶パネルへ入力する映像信号の入力レベルを調整させることにより、液晶パネルの透過率を制御して階調表示を行わせるコンピュータプログラムにおいて、コンピュータに、前記バックライトの輝度が異なる複数の状態における、前記バックライトの輝度と、前記バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度とを関連付けて記憶部に記憶させるステップと、コンピュータに、前記液晶パネルを介して射出する光の所望の輝度設定値を設定させるステップと、コンピュータに、前記記憶部に記憶させた情報に基づいて、設定した輝度設定値となるバックライトの輝度に調整する前記調整情報を算出させるステップと、コンピュータに、算出した前記調整情報を液晶表示装置へ出力させるステップとを含むことを特徴とする。
- [0029] 第10発明に係るコンピュータプログラムは、第9発明において、コンピュータに、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度に係る第2情報を記憶部に記憶させるステップと、コンピュータに、記憶させた第2情報に基づいて、前記入力された輝度設定値となる場合の、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度を算出させるステップと、コンピュータに、前記入力された輝度設定値となる場合の、各階調レベルに設定すべき輝度を算出させるステップと、コンピュータに、算出した各階調レベルに設定すべき輝度に対して、前記算出した各入力レベルにおける輝度との輝度差を算出させるステップと、コンピュータに、算出した輝度差が最小となる入力レベルと階調レベルとを関連付けて前記記憶部に記憶させるステップとを含むことを特徴とする。
- [0030] 第1発明、第6発明および第9発明にあつては、前記液晶パネルを所定の透過率にするとともに、バックライトを輝度の異なる複数の状態にし、各状態にて、輝度検出手段が検出する輝度と、バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度とを測定して、各状態における各輝度を関連付けて記憶する。これにより、バックライトの輝

度と、バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度との関係が一意的に求まるので、輝度検出手段にて検出したバックライトの輝度から、バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度を算出することが可能になる。そして、液晶パネルを介して射出する光の所望の輝度設定値を設定し、設定した輝度設定値となる場合に輝度検出手段が検出すべきバックライトの輝度を算出してバックライトの輝度を調整する。よって、定性的にしか輝度を調整できなかった従来のブライトネスの調整とは異なり、所望する輝度設定値となるように輝度を調整することが可能になる。また、液晶表示装置の製造工程にて、バックライトの輝度の異なる複数の状態における、輝度検出手段が検出する輝度と、バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度とを測定して、各状態における各輝度を関連付けて予め記憶するようにすれば、出荷以降は外部光センサを用いて液晶パネルを介して射出する光の輝度を測定する必要がなくなり、液晶表示装置の利用者への負担がなくなるとともに、一連の処理として高精度の測定が可能になり、より高精度に所望する輝度となるように調整することが可能になる。さらに、定量的な輝度設定が可能となるため、現状輝度の利用者への通知、所定輝度以下となったときの利用者への通知など自己診断機能としても利用できる。

[0031] 第2発明、第7発明および第10発明にあつては、各入力レベルにおける液晶パネルを介して射出する光の輝度を測定して、測定した輝度と該輝度となる入力レベルとを関連付けて記憶する。これにより、液晶パネルが有する実際の階調特性を得ることができる。そして、液晶パネルを介して射出する光の輝度が輝度設定値となる場合の、各入力レベルにおける液晶パネルを介して射出する光の輝度と、各階調レベルに設定すべき輝度(理想輝度)とを算出して、各階調レベルにおける理想輝度と略同一の輝度となる入力レベルを抽出する。よって、入力レベルを各階調レベルにおける理想輝度と略同一の輝度となるように設定できるため、優れた階調特性を実現することが可能になる。

[0032] 第3発明、第7発明および第10発明にあつては、各入力レベルにおける液晶パネルを介して射出する光の輝度を測定し、測定した輝度のうちの最大輝度で、測定した各入力レベルの各輝度を除算して正規化し、正規化した各輝度と該輝度となる入力

レベルとを関連付けて記憶する。これにより、液晶パネルが有する実際の階調特性を得ることができる。そして、液晶パネルを介して射出する光の輝度が輝度設定値となる場合の、各入力レベルにおける液晶パネルを介して射出する光の輝度と、各階調レベルに設定すべき輝度(理想輝度)とを算出して、各階調レベルにおける理想輝度と略同一の輝度となる入力レベルを抽出する。よって、入力レベルを各階調レベルにおける理想輝度と略同一の輝度となるように設定できるため、優れた階調特性を実現することが可能になる。

[0033] また、上述した液晶パネルを介して射出する光の輝度の測定は、所定波長帯域における輝度と、その所定波長帯域内の複数の波長帯域における輝度とを測定するようにすれば、各波長帯域に対して個別に入力レベルを各階調レベルにおける理想輝度と略同一の輝度となるように設定できる。よって、各波長帯域によって異なる階調特性を有している場合であっても、個別に輝度調整を行うことができるため、優れた階調特性を実現することが可能になる。例えば、所定波長帯域として可視光を呈する波長帯域の輝度を測定し、複数の波長帯域として3原色を呈する波長帯域の輝度を測定することにより、3原色に対して個別に入力レベルを各階調レベルにおける理想輝度と略同一の輝度となるように設定できる。よって、一般的にバックライトから射出される光の波長分布は、経年変化により変化する虞があるが、3原色に対して個別に輝度調整を行うことができるため、色再現性およびホワイトバランスに優れた階調特性を実現することが可能になる。

[0034] 第4発明にあつては、液晶パネルの透過率が制御可能な最大の透過率にした状態の輝度を輝度設定値にすることにより、液晶パネルを介して射出する光の最大輝度を定量的に設定できる。

[0035] 第5発明にあつては、バックライトの輝度の異なる複数の状態間の輝度差を広げることにより、バックライトの輝度と、バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度との関係をより高精度で求めることが可能になる。

[0036] 第8発明にあつては、光電変換手段により、バックライトの輝度に応じた電圧を有するアナログ形式の電気信号に変換し、アナログデジタル変換手段により、変換されたアナログ形式の電気信号をデジタル形式の電気信号に変換する。よって、汎用的な

光電変換手段とアナログデジタル変換手段とを用いて、低コストで輝度検出手段とすることができる。

発明の効果

- [0037] 本発明によれば、バックライトの輝度と、バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度との関係を一意的に求め、バックライトの輝度から、バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度を一意に算出することができるので、バックライトの輝度を調整して、輝度を定量的に設定することができる。
- [0038] また本発明によれば、液晶パネルが有する実際の階調特性を求めるとともに、設定すべき階調特性を算出し、両方の階調特性を比較して輝度を調整することができるので、優れた階調特性を実現することができる。
- [0039] さらに本発明によれば、液晶表示装置の製造工程にて、バックライトの輝度(輝度検出手段が検出する輝度)と、バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度とを測定するようにすれば、出荷以降は外部光センサを用いて、液晶パネルを介して射出する光の輝度を測定する必要はないため、液晶表示装置の利用者への負担がなくなるとともに、一連の処理として高精度の測定が可能になり、より高精度に所望する輝度となるように調整することができる。また、最大輝度の変化で相対的に変化しない階調特性であっても、外部光センサを用いることなく、高精度に所望の階調特性を実現することができる等、優れた効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0040] [図1]本発明の実施形態1に係る液晶表示装置の構成例を示すブロック図である。
- [図2]ソースドライバの入出力特性を示す図表である。
- [図3]本発明の実施形態1に係る液晶表示装置の輝度調整方法の第1の処理手順の一例を示すフローチャートである。
- [図4]輝度-出力値特性を示すグラフである。
- [図5]液晶パネルが有する実際の階調特性を示すグラフである。
- [図6]液晶パネルの正規化した階調特性を示すグラフである。
- [図7]本発明の実施形態1に係る液晶表示装置の輝度調整方法の第2の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図8]輝度レベルと最大輝度LTMAXとからなるテーブル図である。

[図9]LUT生成／記憶処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]本発明の実施形態2に係る液晶表示装置の構成例を示すブロック図である。

[図11]本発明の実施形態2に係る液晶表示装置の輝度調整方法の第1の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図12]本発明の実施形態2に係る液晶表示装置の輝度調整方法の第2の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図13]液晶物質の電気光学特性の一例を示すグラフである。

[図14]LUTの内容の一例を示す概念図である。

[図15]LUTを用いた輝度調整の前後の各画素レベルを示す説明図である。

[図16]LUTを用いた輝度調整の概念を示す説明図である。

[図17]ガンマ特性を示すグラフである。

[図18]ガンマ特性を正規化したグラフである。

[図19]DICOMに準拠したGSDFを示すグラフである。

[図20]GSDFを正規化したグラフである。

符号の説明

- [0041] 1, 31 液晶表示装置
- 2 制御部
 - 3 ROM
 - 4 RAM
 - 5 操作部
 - 6, 36 記憶部
 - 6a, 36a, 36b, 36c LUT
 - 7 信号入力部
 - 8 液晶駆動回路
 - 9 液晶パネル
 - 10 バックライト電源回路
 - 11 バックライト

12 光センサ

13 ADC

22, 42 外部光センサ

発明を実施するための最良の形態

[0042] 以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。

[0043] (実施形態1)

図1は本発明の実施形態1に係る液晶表示装置の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係る液晶表示装置1は、制御部2、ROM3、RAM4、操作部5、記憶部6、信号入力部7、液晶駆動回路8、液晶パネル9、バックライト電源回路10、バックライト11、光センサ12、ADC(A/Dコンバータ)13などを備えている。液晶表示装置1は、信号入力部7に入力された映像信号に基づいて、液晶パネル9の表示画面に映像を表示する機能を有する。映像信号としては、アナログ形式であってもよいが、以下の説明ではデジタル形式であるものとして説明することにする。なお、外部光センサ22は、液晶パネル9を介して射出する光の輝度を測定する機器であり、後述する第1の処理手順を実行する場合に付加的に用いる。

[0044] 制御部2は、具体的にはCPUで構成されており、バス15を介して上述したようなハードウェア各部と接続されていて、それらを制御すると共に、ROM3に格納された制御プログラムに従って、種々のソフトウェア的機能を実行する。ROM3は、上述したように液晶表示装置1の動作に必要な種々のソフトウェアのプログラムを予め格納している。RAM4は、SRAMで構成され、ソフトウェアの実行時に発生する一時的なデータを記憶する。なお、制御部2、ROM3およびRAM4などをマイコンなどの電子回路16で実現し、ハードウェア的に種々の処理を実行するようにしてもよい。

[0045] 操作部5は、液晶表示装置1を操作するための各種のファンクションキーなどを備えている。ファンクションキーとしては、輝度調整処理を行うか否かを設定する輝度調整実行キー5a、および液晶表示装置の輝度を設定する輝度設定キー5bを有する。なお、オン・スクリーン・ディスプレイ(OSD)を液晶パネル9に表示して、液晶表示装置の各種設定を操作するようにしてもよいし、液晶パネル9をタッチパネル方式とすることにより、操作部5の各種のファンクションキーの内の一部または全部を代用すること

も可能である。

- [0046] 記憶部6は、ソフト的に書き換え可能なデバイスであり、ブライトネスが最大(100%)時における液晶パネル9の表示面略中央部の輝度 L_{MH} , ADC13の出力値 AD_H と、ブライトネスが最小(0%)時における液晶パネルの表示面略中央部の輝度 L_{ML} , ADC13の出力値 AD_L と、後述するソースドライバが各入力レベル(例えば、10ビット:0〜1023)に対する出力電圧を液晶パネルへ出力した場合における表示面略中央部の輝度 $L_0, L_1, \dots, L_{1023}$ を正規化した輝度 $L_0/L_{1023}, L_1/L_{1023}, \dots, L_{1023}/L_{1023}$ とが記憶されている。さらに、記憶部6は、階調レベルと、その階調レベルに対応する液晶パネルへの入力レベルとが関連付けられたLUT6aを適宜更新して記憶する機能を有する。LUT6aの内容は、図14に示した従来のLUTと同様である。
- [0047] 信号入力部7は、映像信号線Lを介して外部のPC21に接続されており、PC21から出力された映像信号を受け取り、制御部2は、記憶部6に記憶しているLUT6aに基づいて、受け取った映像信号を補正して液晶駆動回路8へ出力する。液晶駆動回路8は、主としてゲートドライバ8aとソースドライバ8bとから構成されており、制御部2から入力された映像信号(補正信号)に基づいて液晶パネル10を駆動する。これにより、制御部2は、PC21から出力された映像信号の入力レベルに関連付けられた階調レベルで液晶パネル10の透過率を調整することができる。
- [0048] ソースドライバ8bは、図2に示すような入出力特性を有しており、ソースドライバ8bには基準電圧(10ビット時:VREF1, VREF2, ..., VREF10)が与えられ、制御部2から入力された入力レベルに応じた出力電圧を生成して各出力段へ出力する機能を有する。つまり、ソースドライバ8bは、入力された入力レベル0, 1, ..., 1023に応じた出力電圧(データ電圧) $V_0, V_1, \dots, V_{1023}$ を各出力段へ出力することにより、データ電圧を液晶パネルのソース線へ供給する。
- [0049] 液晶パネル9は、一対のガラス基板が対向配置され、その間隙内に液晶物質である液晶層が形成された構成を有し、一方のガラス基板には複数の画素電極と、画素電極のそれぞれにドレインを接続したTFTとが、他方のガラス基板には共通電極が形成されている。TFTのゲートおよびソースは、それぞれゲートドライバ8aおよびソースドライバ8bの各出力段に順次接続されている。液晶パネル9は一対の偏光板で挟

まれ、さらにその背面にバックライト11が配置されている。

- [0050] バックライト電源回路10は、その出力電圧を調整する機能を有しており、調整した電圧をバックライト11へ出力することにより、バックライト11から射出する光の輝度を調整する輝度調整手段として機能する。液晶パネル9は、ゲートドライバ8aから入力されたゲート信号によって各画素のオン／オフが制御され、ソースドライバ8bから入力された出力電圧(データ電圧)をオン期間に各画素へ印加することによって、液晶物質の電気光学特性によって決定される光透過率を制御して映像を表示する。
- [0051] バックライト11の近傍には、フォトダイオード、フォトランジスタなどの汎用的な光センサ12が配設されており、光センサ12は、バックライト11からの入射光を、その入射光の輝度(例えば、可視光の波長帯域における輝度)に応じた電圧を有するアナログ形式の電気信号(以下、アナログ信号という)に変換する。ADC13は、光センサ12から出力されたアナログ信号をデジタル形式の電気信号(以下、デジタル信号という)に変換する。つまり、光センサ12とADC13とが協業して本発明に係る輝度検出手段として機能する。
- [0052] 次に、本発明に係る液晶表示装置の輝度調整方法をフローチャートを用いて説明する。本発明に係る液晶表示装置の輝度調整方法は、外部光センサ22を用いる第1の処理手順と、外部光センサ22を用いない第2の処理手順とを含んでいる。なお、一般的に、第1の処理手順は液晶表示装置の製造者側、すなわち製造工程で処理され、第2の処理手順は液晶表示装置の使用者側で処理されるものである。
- [0053] 図3は本発明の実施形態1に係る液晶表示装置の輝度調整方法の第1の処理手順の一例を示すフローチャートである。
- まず、制御部2は、液晶駆動回路8を制御して液晶物質の光透過率を最大にする(ステップS1)。具体的には、液晶パネル9がノーマリーブラックモードである場合、制御部2は、走査信号をゲートドライバ8aへ、液晶物質に印加する電圧が最大となる入力レベル(例えば10ビット入力である場合には「1111111111(1023)」)をソースドライバ8bへ出力する。ゲートドライバ8aは、制御部2から入力された走査信号に同期して、TFTをオン／オフ制御する走査電圧を各出力段へ順次出力することにより、走査電圧を液晶パネルのゲート線へ供給する。ソースドライバ8bは、入力された入力レベ

ル(1023)に応じた出力電圧(データ電圧) V_{1023} を各出力段へ出力することにより、データ電圧 V_{1023} を液晶パネルのソース線へ供給する。これにより、各TFTは画素電極にデータ電圧 V_{1023} を印加して、電気光学特性によって決定される液晶物質の光透過率を制御する。なお、液晶パネル9がノーマリーホワイトモードである場合、液晶物質に印加する電圧が最小となる入力レベル(例えば10ビット入力である場合には「0000000000(0)」)をソースドライバ8bへ出力して液晶物質の光透過率を最大にすればよい。液晶物質の光透過率が最大となる入力レベルの信号を、PCなどから外部入力するようにしてもよい。

- [0054] そして、制御部2は、ブライトネスが最大値(100%)となるようにバックライト電源回路10を制御し、液晶パネル9の表示面略中央部の輝度 L_{MH} を外部光センサ22により取得するとともに、ADC13の出力値 AD_H を取得する(ステップS2)。同様に、制御部2は、ブライトネスが最小値(0%)となるようにバックライト電源回路10を制御し、液晶パネル9の表示面略中央部の輝度 L_{ML} を外部光センサ22により取得するとともに、ADC13の出力値 AD_L を取得する(ステップS3)。なお、ブライトネスの調整は、バックライトに供給する電圧値を調整することにより行うことができる。
- [0055] 制御部2は、S2およびS3にて取得した輝度 L_{MH} 、 L_{ML} および出力値 AD_H 、 AD_L を記憶部6に記憶する(ステップS4)。輝度 L と出力値 AD とは比例関係を有するため、ブライトネスが100%と0%との2点を取得することにより、図4に示すような輝度-出力値特性を一意に求めることができ、外部光センサ22を用いなくとも、ADC13の出力値 AD と、輝度 L_{MH} 、 L_{ML} および出力値 AD_H 、 AD_L とから、数式(3)に基づいて輝度 L を算出(補間)することが可能となる。換言すれば、輝度 L であるADC13の出力値 AD を、数式(4)に基づいて算出することができる。なお、本例では、輝度-出力値特性を決定するためにブライトネスが100%と0%との2点を取得するようにしたが、これに限定されるものではなく、ブライトネスの異なる任意の2点の輝度と出力値とを取得し、取得した輝度および出力値を記憶部6に記憶して輝度-出力値特性を前方補外または後方補外により求めてもよいし、ブライトネスの異なる任意の3点以上の輝度と出力値とを取得し、線形近似して輝度-出力値特性を求めてもよい。

[0056] [数3]

$$L = L_{MH} + \frac{L_{MH} - L_{ML}}{AD_H - AD_L} (AD - AD_H) \quad \dots \text{数式 (3)}$$

$$AD = AD_H + \frac{AD_H - AD_L}{L_{MH} - L_{ML}} (L - L_{MH}) \quad \dots \text{数式 (4)}$$

[0057] そして、制御部2は、入力レベルが0, 1, ..., 1023となる信号をソースドライバ8aへ出力することにより、出力電圧 $V_0, V_1, \dots, V_{1023}$ を液晶パネル9へ出力して液晶物質の光透過率を変化させ、それぞれの場合における液晶パネル9の表示面略中央部の輝度 $L_0, L_1, \dots, L_{1023}$ を外部光センサ22により取得する(ステップS5)。これにより、図5に示すような液晶パネル9が有する実際の階調特性を取得することができる。入力レベルが0, 1, ..., 1023となる信号を、PCなどから外部入力するようにしてもよい。

[0058] そして、取得した輝度 $L_0, L_1, \dots, L_{1023}$ を最大輝度である輝度 L_{1023} でそれぞれ除算することにより正規化し、正規化した輝度 $L_0/L_{1023}, L_1/L_{1023}, \dots, L_{1023}/L_{1023}$ を記憶部6に記憶する(ステップS6)。これにより、図6に示すような液晶パネル9の正規化した階調特性を得ることができる。もちろん、正規化した階調特性ではなく、S5で取得した実際の階調特性を記憶部6に記憶してもよく、ソースドライバへ入力された各入力レベルに対する輝度間の相関関係が規定されるものであれば限定されるものではない。さらに、入力レベル0, 1, ..., 1023のうち、例えば、入力レベル0, 4, 8, ..., 1023となる256点の輝度を測定し、線形補間により1024点の輝度を算出し、これを正規化して記憶部6に記憶するようにしてもよく、このようにすれば、処理の短縮化が図れる。もちろん、実際に測定する256点の入力レベルは任意のレベルであってよいし、実際に測定するレベル数も256点に限定されるものではない。

[0059] 図7は本発明の実施形態1に係る液晶表示装置の輝度調整方法の第2の処理手順の一例を示すフローチャートである。

まず、液晶表示装置1の使用者により、操作部5から所望の輝度設定値(以下、最

大輝度 L_{TMAX} とする)の入力を受け付ける(ステップS11)。なお、最大輝度 L_{TMAX} は、その数値自体を直接的に入力してもよいし、図8に示すように、輝度レベルと最大輝度 L_{TMAX} とを関連付けたテーブルを記憶部6に記憶し、テーブルを適宜読み出して使用者により輝度レベルを選択するような形態であってもよい。

[0060] 制御部2は、記憶部6に記憶されている輝度 L_{MH} 、 L_{ML} および出力値 AD_H 、 AD_L を読み出し、読み出した輝度 L_{MH} 、 L_{ML} および出力値 AD_H 、 AD_L とS11にて受け付けた最大輝度 L_{TMAX} とから数式(4)に基づいて、最大輝度 L_{TMAX} となる出力値 AD_T を算出する(ステップS12)。これにより、出力値 AD_T となるようにバックライト電源回路10を調整することにより、液晶パネルの表示面における輝度が最大輝度 L_{TMAX} となるように制御することができる。

[0061] また、制御部2は、記憶部6に記憶されている正規化した輝度 L_0/L_{1023} 、 L_1/L_{1023} 、 \dots 、 L_{1023}/L_{1023} を読み出し、読み出した輝度 L_0/L_{1023} 、 L_1/L_{1023} 、 \dots 、 L_{1023}/L_{1023} に、S11にて受け付けた最大輝度 L_{TMAX} をそれぞれ乗算することにより、最大輝度 L_{TMAX} となる場合の液晶パネルの実際の輝度(以下、パネル階調特性値) $L_{TMAX} \cdot L_0/L_{1023}$ 、 $L_{TMAX} \cdot L_1/L_{1023}$ 、 \dots 、 $L_{TMAX} \cdot L_{1023}/L_{1023}$ を算出する(ステップS13)。

[0062] そして、制御部2は、予め記憶部6に記憶されている表示関数から、最大輝度 L_{TMAX} 時に設定すべき輝度(以下、理想階調特性値という) T_0 、 T_1 、 \dots 、 T_{255} を算出する(ステップS14)。ここで、表示関数がGSDFである場合を例に詳述する。GSDFは、与えられた観測条件のもとで、平均的人間が識別可能である与えられたターゲットの最小の輝度差を1JND(Just-Noticeable Difference; 弁別域)と定義したものであり、最小輝度を $0.05\text{cd}/\text{m}^2$ として1023ステップまでのJNDをプロットした関数である。

[0063] 制御部2は、数式(5)に基づいて、S11にて受け付けた最大輝度 L_{TMAX} および最小輝度 L_{TMIN} におけるJND T_{TMAX} およびJND T_{TMIN} をそれぞれ算出する。なお、最小輝度 L_{TMIN} は、各JND間(各階調間)の輝度差が最も大きくなる、すなわち最大のダイナミックレンジとなるように、 $L_{TMAX} \cdot L_0/L_{1023}$ とする。もちろん、最小輝度 L_{TMIN} は、 $L_{TMAX} \cdot L_1/L_{1023}$ 、 $L_{TMAX} \cdot L_2/L_{1023}$ 、 \dots 、 $L_{TMAX} \cdot L_{1023}/L_{1023}$ のうちの任意の輝度としてもよいし、操作部6にて、液晶表示装置1の使用者から所望の最小輝度 L_{TMIN} の入力を受け付けるような形態であってもよい。

[0064] [数4]

$$JND = A + B \cdot \log_{10}(L) + C \cdot (\log_{10}(L))^2 + D \cdot (\log_{10}(L))^3 \\ + E \cdot (\log_{10}(L))^4 + F \cdot (\log_{10}(L))^5 + G \cdot (\log_{10}(L))^6 \\ + H \cdot (\log_{10}(L))^7 + I \cdot (\log_{10}(L))^8 \quad \dots \text{数式 (5)}$$

$$A = 71.498068, B = 94.593053, C = 41.912053$$

$$D = 9.8247004, E = 0.28175407, F = -1.1878455$$

$$G = -0.18014349, H = 0.14710899, I = -0.017046845$$

[0065] 制御部2は、解像度 n (例えば8ビット=256)に対して、最大輝度 L_{TMAX} と最小輝度 L_{TMIN} とにおけるJNDの差($JND_{TMAX} - JND_{TMIN}$)を階調間数 $2^n - 1$ (本例では255)に等分して割り当てるべく、数式(6)に基づいて、各階調レベルにおける理想階調特性値 T_1, T_2, \dots, T_{255} を算出する。なお、表示関数としては、GSDFを例として説明したが、もちろん任意の関数であってよい。

[0066] [数5]

$$T_i = 10^L \left\{ \left(\frac{JND_{TMAX} - JND_{TMIN}}{255} \right) i + JND_{TMIN} \right\} \quad \dots \text{数式 (6)}$$

i : 階調レベル(0, 1, ..., 255)

$$L(k) = \frac{a + c \cdot \ln(k) + e \cdot (\ln(k))^2 + g \cdot (\ln(k))^3 + q \cdot (\ln(k))^4}{1 + b \cdot \ln(k) + d \cdot (\ln(k))^2 + f \cdot (\ln(k))^3 + h \cdot (\ln(k))^4 + p \cdot (\ln(k))^5}$$

$$a = -1.3011877, b = -2.5840191E - 2, c = 8.0242636E - 2$$

$$d = -1.0320229E - 1, e = 1.3646699E - 1, f = 2.8745620E - 2,$$

$$g = -2.5468404E - 2, h = -3.1978977E - 3, p = 1.2992634E - 4$$

$$q = 1.3635334E - 3$$

[0067] そして、制御部2は、S14にて算出した理想階調特性値 T_0, T_1, \dots, T_{255} と、S13にて算出したパネル階調特性値 $L_{TMAX} \cdot L_0 / L_{1023}, L_{TMAX} \cdot L_1 / L_{1023}, \dots, L_{TMAX} \cdot L_{1023} / L_{1023}$ とを比較してLUT6aを生成して記憶部6に記憶する(ステップS15)。

[0068] 次に、上述したS15のLUT生成／記憶処理をさらに詳述する。図9はLUT生成／

記憶処理の一例を示すフローチャートである。

制御部2は、理想階調特性値 T_i ($i=0, 1, \dots, 255$)とパネル階調特性値 $L_{TMAX} \cdot L_j / L_{1023}$ ($j=0, 1, \dots, 1023$)との差分値 $(T_i - L_{TMAX} \cdot L_j / L_{1023})$ を算出し(ステップS21)、算出した差分値の絶対値 $|T_i - L_{TMAX} \cdot L_j / L_{1023}|$ が最小となる階調レベル i 、入力レベル j の組合せを、各階調レベル i 毎に抽出する(ステップS22)。

[0069] そして、算出した階調レベル i をLUT6aのインデックス値とし、入力レベル j をLUT6aのバリュー値として記憶部6に記憶する(ステップS23)。なお、S22では、差分値 $(T_i - L_{TMAX} \cdot L_j / L_{1023})$ の絶対値が最小となる階調レベル i 、入力レベル j の組合せをLUT6aとする形態を示したが、これに限定されるものではなく、差分値 $(T_i - L_{TMAX} \cdot L_j / L_{1023})$ が最も小さい正数(または負数)となる階調レベル i 、入力レベル j の組合せをLUT6aとするような形態であってもよい。

[0070] (実施形態2)

実施形態1では、輝度調整に用いるLUTを1つとし、主としてモノクロ液晶表示装置に好適な形態を示したが、カラー液晶表示装置の場合には、数式(1)に示したように、液晶物質における光の透過率は光の波長によって異なるため、輝度調整に用いるLUTを各色毎に用意することが好ましく、このようにしたものが実施形態2である。

[0071] 図10は本発明の実施形態2に係る液晶表示装置の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係る液晶表示装置31は、制御部2、ROM3、RAM4、操作部5、記憶部36、信号入力部7、液晶駆動回路8、液晶パネル9、バックライト電源回路10、バックライト11、光センサ12、ADC13などを備えている。

[0072] 記憶部36は、ソフト的に書き換え可能なデバイスであり、ブライトネスが最大(100%)時における液晶パネル9の表示面略中央部の輝度 L_{MH} 、ADC13の出力値 AD_H と、ブライトネスが最小(0%)時における液晶パネルの表示面略中央部の輝度 L_{ML} 、ADC13の出力値 AD_L と、ソースドライバ8bが各入力レベルに対する出力電圧を液晶パネルへ出力した場合における表示面略中央部の3原色のそれぞれに対する第1色輝度 $R_0, R_1, \dots, R_{1023}$ 、第2色輝度 $G_0, G_1, \dots, G_{1023}$ 、第3色輝度 $B_0, B_1, \dots, B_{1023}$ を正規化した第1色輝度 $R_0 / R_{1023}, R_1 / R_{1023}, \dots, R_{1023} / R_{1023}$ 、第2色輝度 $G_0 / G_{1023}, G_1 / G_{1023}, \dots, G_{1023} / G_{1023}$ 、第3色輝度 $B_0 / B_{1023}, B_1 / B_{1023}, \dots, B_{1023} / B_{1023}$

とが記憶されている。さらに、記憶部36は、階調レベルと、その階調レベルに対応する液晶パネルへの入力レベルとが関連付けられた各色毎のLUT36a, 36b, 36cを適宜更新して記憶する機能を有する。LUT36a, 36b, 36cのそれぞれの内容は、FIG.2に示した従来のLUTと同様である。その他の構成は実施形態1と同様であるので、対応する部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

[0073] なお、外部光センサ42は、液晶パネル9を介して射出する光の可視光を呈する波長帯域における輝度および3原色のそれぞれを呈する波長帯域における輝度を測定する機器であり、後述する第1の処理手順を実行する場合に付加的に用いる。なお、3原色としては、赤色、緑色および青色からなる混色系、ならびに黄色、青緑色（藍色ともいう）および深紅色からなる減色系などがあるが、いずれの表色系であってもよい。

[0074] 図11は本発明の実施形態2に係る液晶表示装置の輝度調整方法の第1の処理手順の一例を示すフローチャートである。

まず、制御部2は、液晶駆動回路8を制御して液晶物質の光透過率を最大（入力レベル:1023）にする（ステップS31）。そして、制御部2は、ブライトネスが最大値（100%）となるようにバックライト電源回路10を制御し、液晶パネル9の表示面略中央部の輝度 L_{MH} を外部光センサ42により取得するとともに、ADC13の出力値 AD_H を取得する（ステップS32）。同様に、制御部2は、ブライトネスが最小値（0%）となるようにバックライト電源回路10を制御し、液晶パネル9の表示面略中央部の輝度 L_{ML} を外部光センサ42により取得するとともに、ADC13の出力値 AD_L を取得する（ステップS33）。制御部2は、S32およびS33にて取得した輝度 L_{MH} 、 L_{ML} および出力値 AD_H 、 AD_L を記憶部36に記憶する（ステップS34）。

[0075] そして、制御部2は、入力レベルが0, 1, ..., 1023となる信号をソースドライバ8aへ出力することにより、出力電圧 $V_0, V_1, \dots, V_{1023}$ を液晶パネル9へ出力して液晶物質の光透過率を変化させ、それぞれの場合における液晶パネル9の表示面略中央部の第1色輝度 $R_0, R_1, \dots, R_{1023}$ 、第2色輝度 $G_0, G_1, \dots, G_{1023}$ 、第3色輝度 $B_0, B_1, \dots, B_{1023}$ を外部光センサ42により取得する（ステップS35）。そして、取得した第1色輝度 $R_0, R_1, \dots, R_{1023}$ 、第2色輝度 $G_0, G_1, \dots, G_{1023}$ 、第3色輝度 $B_0, B_1, \dots, B_{1023}$

を、それぞれの最大輝度 R_{1023} , G_{1023} , B_{1023} でそれぞれ除算することにより正規化し、正規化した第1色輝度 R_0/R_{1023} , R_1/R_{1023} , \dots , R_{1023}/R_{1023} 、第2色輝度 G_0/G_{1023} , G_1/G_{1023} , \dots , G_{1023}/G_{1023} 、第3色輝度 B_0/B_{1023} , B_1/B_{1023} , \dots , B_{1023}/B_{1023} を記憶部36に記憶する(ステップS36)。入力レベルが0, 1, \dots , 1023となる信号を、PCなどから外部入力するようにしてもよい。

- [0076] また、制御部2は、第1色輝度 R_{1023} 、第2色輝度 G_{1023} 、第3色輝度 B_{1023} を輝度 L_{MH} でそれぞれ除算し、 R_{1023}/L_{MH} (以下、RR), G_{1023}/L_{MH} (以下、GR), B_{1023}/L_{MH} (以下、BR)を記憶部36に記憶する(ステップS37)。つまり、3原色の輝度の割合RR:GR:BRを算出する。なお、本例では、輝度液晶物質が制御可能な最大の透過率である場合の輝度の割合を算出したが、液晶物質が所定の透過率である場合における輝度の割合を算出してもよい。

- [0077] 図12は本発明の実施形態2に係る液晶表示装置の輝度調整方法の第2の処理手順の一例を示すフローチャートである。

まず、液晶表示装置1の使用者により、操作部5から所望の最大輝度 L_{TMAX} の入力を受け付け(ステップS41)、制御部2は、記憶部36に記憶されている輝度 L_{MH} , L_{ML} および出力値 AD_H , AD_L を読み出し、読み出した輝度 L_{MH} , L_{ML} および出力値 AD_H , AD_L とS41にて受け付けた最大輝度 L_{TMAX} とから数式(4)に基づいて最大輝度 L_{TMAX} となる出力値 AD_T を算出する(ステップS42)。

- [0078] また、制御部2は、記憶部36に記憶されている正規化した第1色輝度 R_0/R_{1023} , R_1/R_{1023} , \dots , R_{1023}/R_{1023} 、第2色輝度 G_0/G_{1023} , G_1/G_{1023} , \dots , G_{1023}/G_{1023} 、第3色輝度 B_0/B_{1023} , B_1/B_{1023} , \dots , B_{1023}/B_{1023} を読み出し、読み出した第1色輝度 R_0/R_{1023} , R_1/R_{1023} , \dots , R_{1023}/R_{1023} 、第2色輝度 G_0/G_{1023} , G_1/G_{1023} , \dots , G_{1023}/G_{1023} 、第3色輝度 B_0/B_{1023} , B_1/B_{1023} , \dots , B_{1023}/B_{1023} に、S37にて正規化したRR, GR, BR、およびS41にて受け付けた最大輝度 L_{TMAX} をそれぞれ乗算することにより、最大輝度 L_{TMAX} とした場合における各色のパネル階調特性値 $L_{TMAX} \cdot RR \cdot R_0/R_{1023}$, $L_{TMAX} \cdot RR \cdot R_1/R_{1023}$, \dots , $L_{TMAX} \cdot RR \cdot R_{1023}/R_{1023}$ 、 $L_{TMAX} \cdot GR \cdot G_0/G_{1023}$, $L_{TMAX} \cdot GR \cdot G_1/G_{1023}$, \dots , $L_{TMAX} \cdot GR \cdot G_{1023}/G_{1023}$ 、 $L_{TMAX} \cdot BR \cdot B_0/B_{1023}$, $L_{TMAX} \cdot BR \cdot B_1/B_{1023}$, \dots , $L_{TMAX} \cdot BR \cdot B_{1023}/B_{1023}$ を算出する(ステップS43)。

- [0079] そして、制御部2は、予め記憶部36に記憶されている表示関数から、最大輝度 L_{TMAX} 時の各色の理想階調特性値 $TR_0, TR_1, \dots, TR_{255}, TG_0, TG_1, \dots, TG_{255}, TB_0, TB_1, \dots, TB_{255}$ を算出し(ステップS44)、S44にて算出した各色の理想階調特性値と、S43にて算出した各色のパネル階調特性とを比較してLUT36a, 36b, 36cを生成し、記憶部36に記憶する(ステップS45)。LUT生成/記憶処理は、実施形態1と同様であるため、その説明を省略する。
- [0080] なお、本実施形態では、第1色輝度、第2色輝度および第3色輝度を外部光センサ42により取得する場合に、すべての画素の透過率を同一にして白画面を表示するようにしたが、第1色輝度を外部光センサ42により取得する場合に、当該色用の画素に印加する電圧を V_{1023} に、他の色用の画素に印加する電圧を V_0 に設定し、第1色のラスタ画面を表示するようにしてもよい。このようにすれば、各色の波長帯域が広く、オーバーラップする領域がある場合であっても、第2色および第3色の輝度が第1色の輝度へ与える影響をなくすることができるため、さらに精度に優れた階調特性を実現することができる(第2色輝度および第3色輝度についても同様)。
- [0081] また、光センサ12が、可視光の波長帯域における輝度をアナログ信号に変換するようにしたが、可視光の波長帯域に加えて、3原色のそれぞれ波長帯域における輝度を、その輝度に応じた電圧を有するアナログ信号に変換する光センサを用いて、各色に対して輝度-出力値特性を求めるようにしてもよい。なお、その場合には、各色に対応するADCを光センサに接続して、アナログ信号をデジタル信号に変換することはいうまでもない。もちろん、各波長帯域における輝度をアナログ信号に変換する複数の光センサを用いてもよい。
- [0082] また、色温度、例えばブルーベース(12500K)、クリアベース(7500K)のそれぞれに対して、上述した処理手順を実行するようにしてもよい。もちろん、その場合には、第1の処理手順にて、各色温度に対して輝度 L_{MH}, L_{ML} および出力値 AD_H, AD_L 、ならびに、正規化した第1色輝度 $R_0/R_{1023}, R_1/R_{1023}, \dots, R_{1023}/R_{1023}$ 、第2色輝度 $G_0/G_{1023}, G_1/G_{1023}, \dots, G_{1023}/G_{1023}$ 、第3色輝度 $B_0/B_{1023}, B_1/B_{1023}, \dots, B_{1023}/B_{1023}$ を記憶部36に記憶するとともに、第2の処理手順にて、液晶表示装置1の使用者により、操作部5から所望の色温度の選択を受け付け、選択された色温度に対

して処理を実行する。もちろん、色温度は、この2つに限定されるものではなく、任意の色温度であってよい。

- [0083] さらに、実施形態1および実施形態2では、液晶表示装置に備える制御部2が上述したソフトウェア的処理を実行することによって輝度調整を行う形態を示したが、USB規格に準拠した通信線などにより液晶表示装置に接続されたPC21が、上述した制御部2と同等の処理を行うようにしてもよい。その場合には、上述したような処理内容をコンピュータプログラムとして収めたCD-ROMまたはフレキシブルディスク(FD)などの記録媒体をCD-ROMドライブまたはFDドライブにて読み取り、読み取ったコンピュータプログラムをメモリにロードして、必要な処理を実行するようにすればよい。もちろん、PC21が、LANなどの通信網に接続したサーバ装置を用いてなる記録媒体から、通信網を介してコンピュータプログラムをダウンロードして処理を実行する形態であっても良い。また、PC21が上述したLUT6a(36a, 36b, 36c)を記憶する記憶部を備える形態であってもよいし、PC21から液晶表示装置が備える記憶部にLUT6a(36a, 36b, 36c)を記憶させる形態であってもよい。

請求の範囲

- [1] 液晶パネルと、該液晶パネルの背面に配置されたバックライトとを備え、前記液晶パネルへ入力する映像信号の入力レベルを調整することにより液晶パネルの透過率を制御して階調表示を行う液晶表示装置の輝度調整方法において、
- 前記液晶表示装置は、前記バックライトの輝度を検出する輝度検出手段を備えており、
- 前記液晶パネルを所定の透過率にするとともに、前記バックライトを輝度の異なる複数の状態にし、前記バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度を測定して、各状態にて測定した輝度と前記輝度検出手段が検出する輝度とを関連付けて予め記憶し、
- 前記液晶パネルを所定の透過率にした状態での前記液晶パネルを介して射出する光の所望の輝度設定値を設定し、
- 記憶した各状態におけるそれぞれの輝度に基づいて、設定した輝度設定値となる前記輝度検出手段が検出すべき輝度を算出し、
- 算出した輝度となるように前記バックライトの輝度を調整すること
- を特徴とする輝度調整方法。
- [2] 各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度を測定して、測定した輝度と該輝度となる入力レベルとを関連付けて予め記憶し、
- 記憶した輝度と入力レベルとに基づいて、前記輝度設定値となる場合の、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度と、各階調レベルに設定すべき輝度とを算出し、
- 算出した各入力レベルにおける輝度と各階調レベルに設定すべき輝度とに基づいて、各階調レベルに設定すべき輝度と略同一の輝度となる入力レベルを抽出し、抽出した入力レベルと階調レベルとを関連付けて記憶し、
- 映像信号の入力レベルに関連付けられた階調レベルで液晶パネルの透過率を調整すること
- を特徴とする請求項1に記載の輝度調整方法。
- [3] 各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度を測定し、

測定した各輝度を正規化し、正規化した各輝度と該輝度となる入力レベルとを関連付けて予め記憶し、

記憶した輝度と入力レベルとに基づいて、前記輝度設定値となる場合の、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度と、各階調レベルに設定すべき輝度とを算出し、

算出した各入力レベルにおける輝度と各階調レベルに設定すべき輝度とに基づいて、各階調レベルに設定すべき輝度と略同一の輝度となる入力レベルを抽出し、抽出した入力レベルと階調レベルとを関連付けて記憶し、

映像信号の入力レベルに関連付けられた階調レベルで液晶パネルの透過率を調整すること

を特徴とする請求項1に記載の輝度調整方法。

- [4] 前記輝度設定値は、前記液晶パネルの透過率を制御可能な最大の透過率にした状態の輝度であること

を特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の輝度調整方法。

- [5] 前記複数の状態のうちの一状態は前記バックライトが調整可能な最大輝度であり、前記複数の状態のうち他の一状態は前記バックライトが調整可能な最小輝度であること

を特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の輝度調整方法。

- [6] 液晶パネルと、該液晶パネルの背面に配置されたバックライトとを備え、前記液晶パネルへ入力する映像信号の入力レベルを調整することにより液晶パネルの透過率を制御して階調表示を行う液晶表示装置において、

前記バックライトの輝度を検出する輝度検出手段と、

前記液晶パネルが所定の透過率であって、前記バックライトの輝度が異なる複数の状態における、前記輝度検出手段が検出した輝度と、前記バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度とが関連付けられた情報が予め記憶された記憶部と、

前記液晶パネルが所定の透過率である状態における前記液晶パネルを介して射出する光の所望の輝度設定値を受け付ける受付手段と、

前記記憶部に記憶されている情報に基づいて、前記受付手段にて受け付けた輝

度設定値となる前記輝度検出手段が検出すべき輝度を算出する算出手段と、

該算出手段にて算出した輝度となるように前記バックライトの輝度を調整する輝度調整手段と

を備えることを特徴とする液晶表示装置。

- [7] 前記記憶部には、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度に係る第2情報がさらに記憶されており、

該第2情報に基づいて、前記受付手段にて受け付けた輝度設定値となる場合の、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度を算出する第2算出手段と、

前記受付手段にて受け付けた輝度設定値となる場合の、各階調レベルに設定すべき輝度を算出する第3算出手段と、

該第3算出手段にて算出した各階調レベルに設定すべき輝度に対して、前記第2算出手段にて算出した各入力レベルにおける輝度との輝度差を算出する第4算出手段と、

該第4算出手段にて算出した輝度差が最小となる入力レベルと階調レベルとを関連付けて記憶する記憶手段と、

映像信号の入力レベルに関連付けられた階調レベルで液晶パネルの透過率を調整する調整手段と

を備えることを特徴とする請求項6に記載の液晶表示装置。

- [8] 前記輝度検出手段は、前記バックライトの輝度に応じた電圧を有するアナログ形式の電気信号に変換する光電変換手段と、変換されたアナログ形式の電気信号をデジタル形式の電気信号に変換するアナログデジタル変換手段とを有すること

を特徴とする請求項6または請求項7に記載の液晶表示装置。

- [9] コンピュータから、液晶パネルと該液晶パネルの背面に配置されたバックライトとを備える液晶表示装置へ調整情報を出力させ、コンピュータに、液晶パネルへ入力する映像信号の入力レベルを調整させることにより、液晶パネルの透過率を制御して階調表示を行わせるコンピュータプログラムにおいて、

コンピュータに、前記バックライトの輝度が異なる複数の状態における、前記バック

ライトの輝度と、前記バックライトから液晶パネルを介して射出する光の輝度とを関連付けて記憶部に記憶させるステップと、コンピュータに、前記液晶パネルを介して射出する光の所望の輝度設定値を設定させるステップと、

コンピュータに、前記記憶部に記憶させた情報に基づいて、設定した輝度設定値となるバックライトの輝度に調整する前記調整情報を算出させるステップと、

コンピュータに、算出した前記調整情報を液晶表示装置へ出力させるステップとを含むことを特徴とするコンピュータプログラム。

[10] コンピュータに、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度に係る第2情報を記憶部に記憶させるステップと、

コンピュータに、記憶させた第2情報に基づいて、前記入力された輝度設定値となる場合の、各入力レベルにおける前記液晶パネルを介して射出する光の輝度を算出させるステップと、

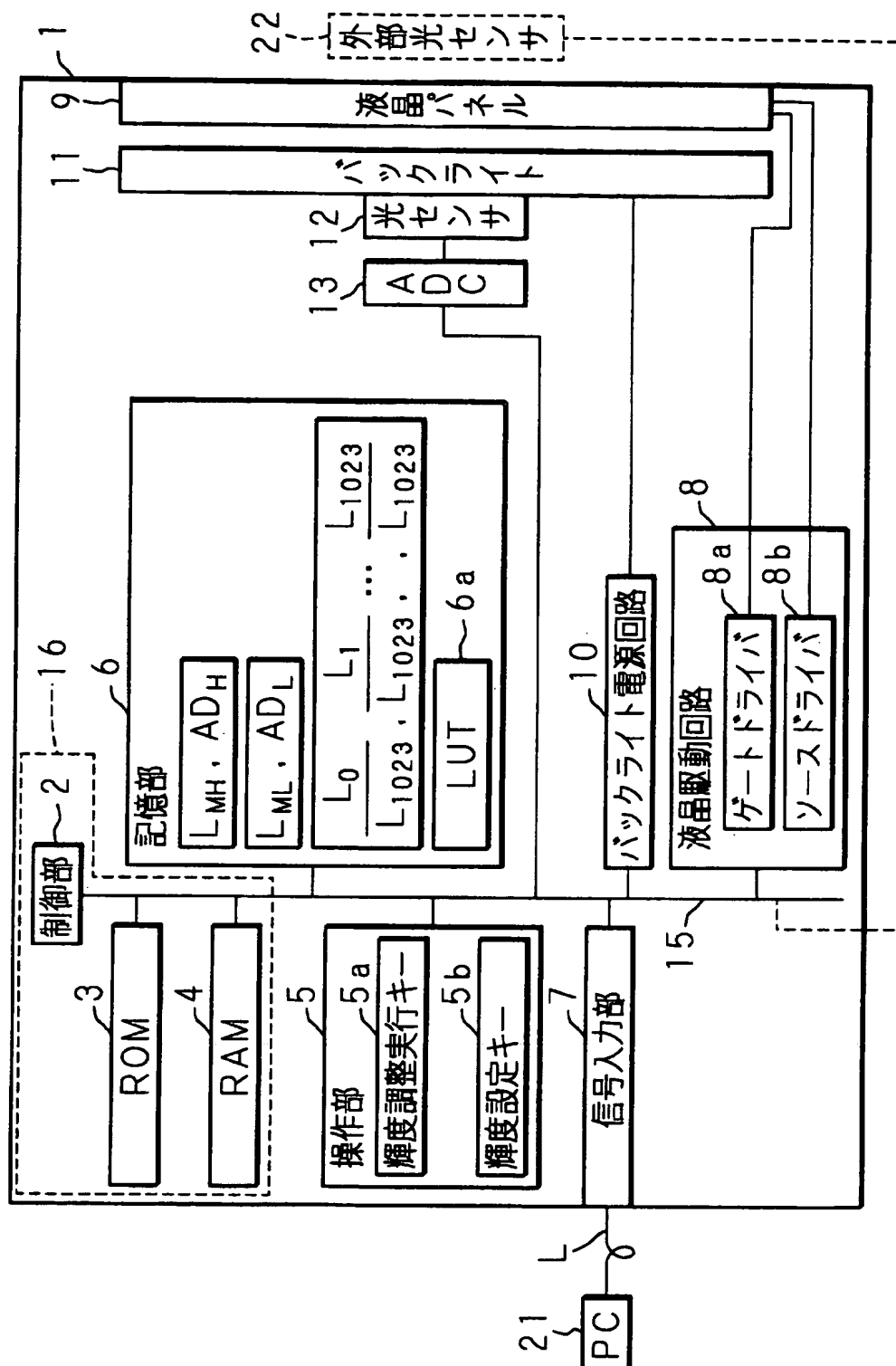
コンピュータに、前記入力された輝度設定値となる場合の、各階調レベルに設定すべき輝度を算出させるステップと、

コンピュータに、算出した各階調レベルに設定すべき輝度に対して、前記算出した各入力レベルにおける輝度との輝度差を算出させるステップと、

コンピュータに、算出した輝度差が最小となる入力レベルと階調レベルとを関連付けて前記記憶部に記憶させるステップと

を含むことを特徴とする請求項9に記載のコンピュータプログラム。

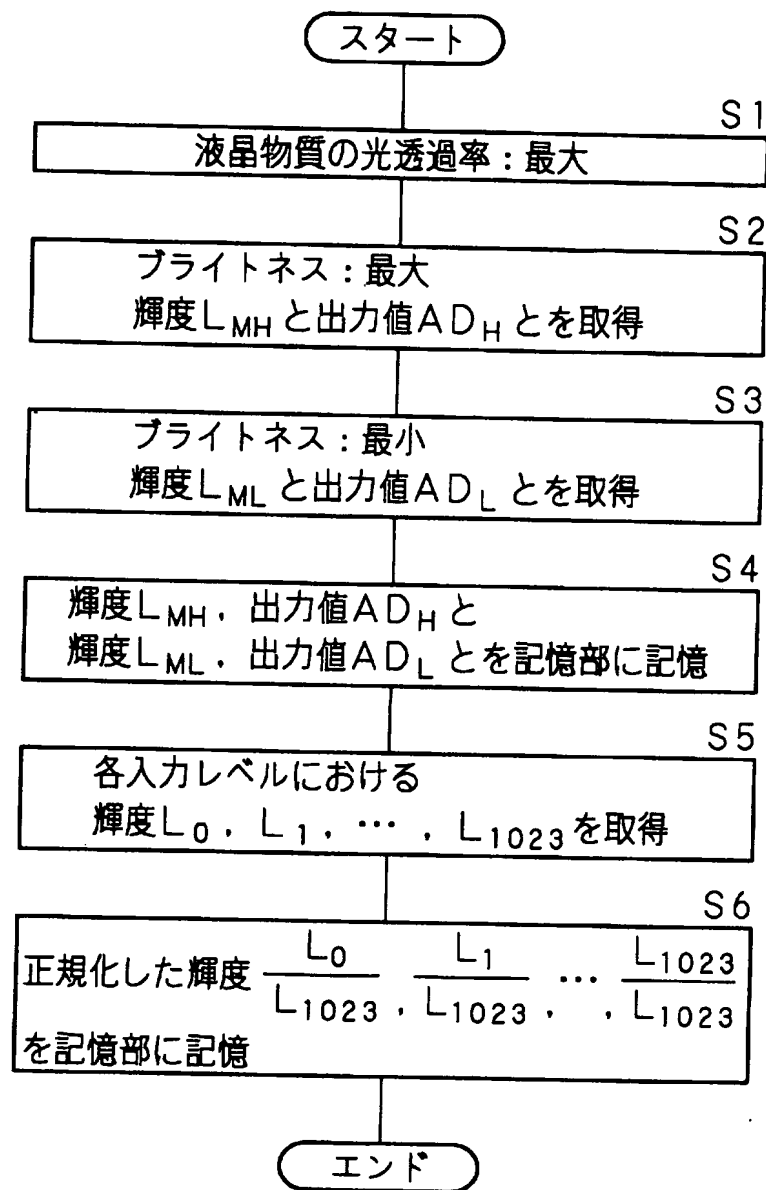
[図1]



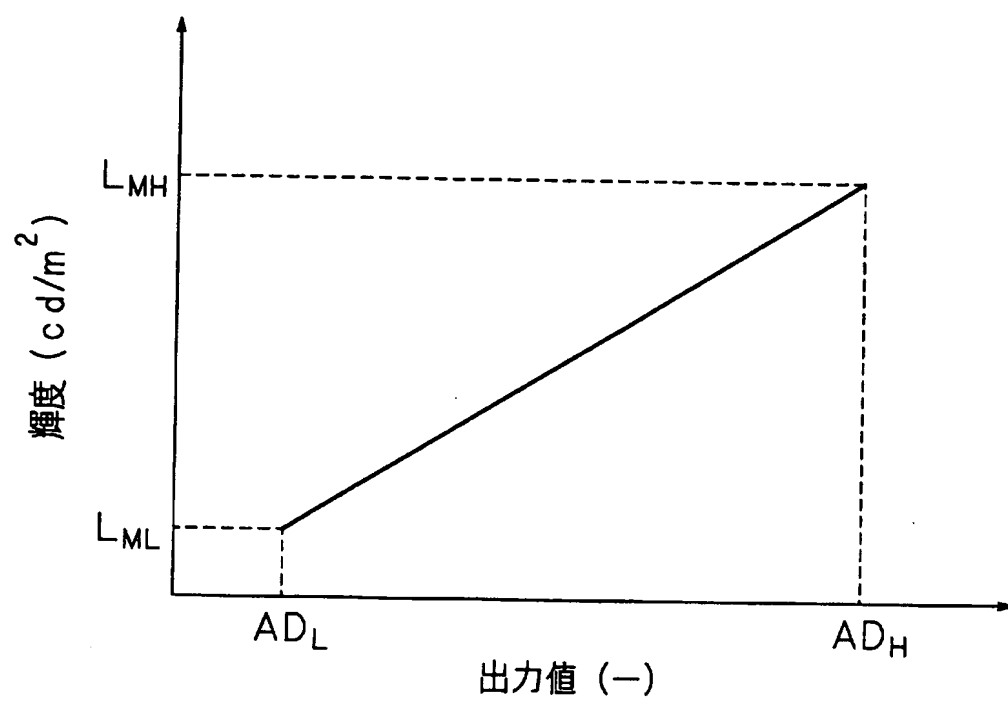
[図2]

入力レベル (—)	出力電圧 (V)
0000000000 (0)	V_0
0000000001 (1)	V_1
0000000010 (2)	V_2
⋮	⋮
1111111111 (1023)	V_{1023}

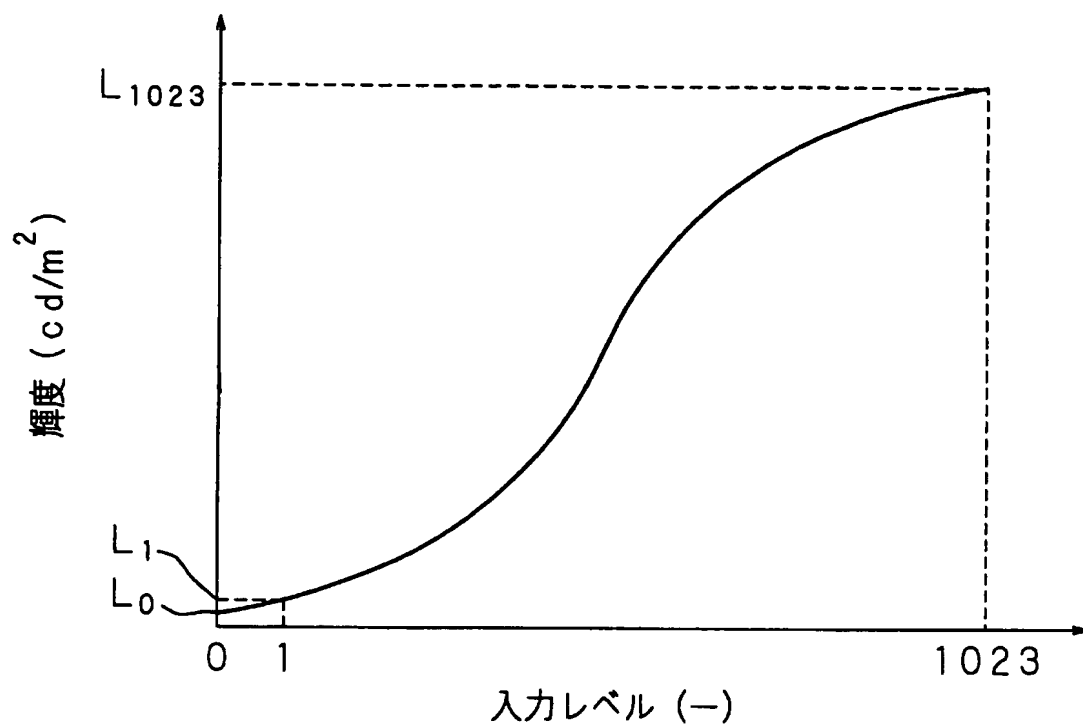
[図3]



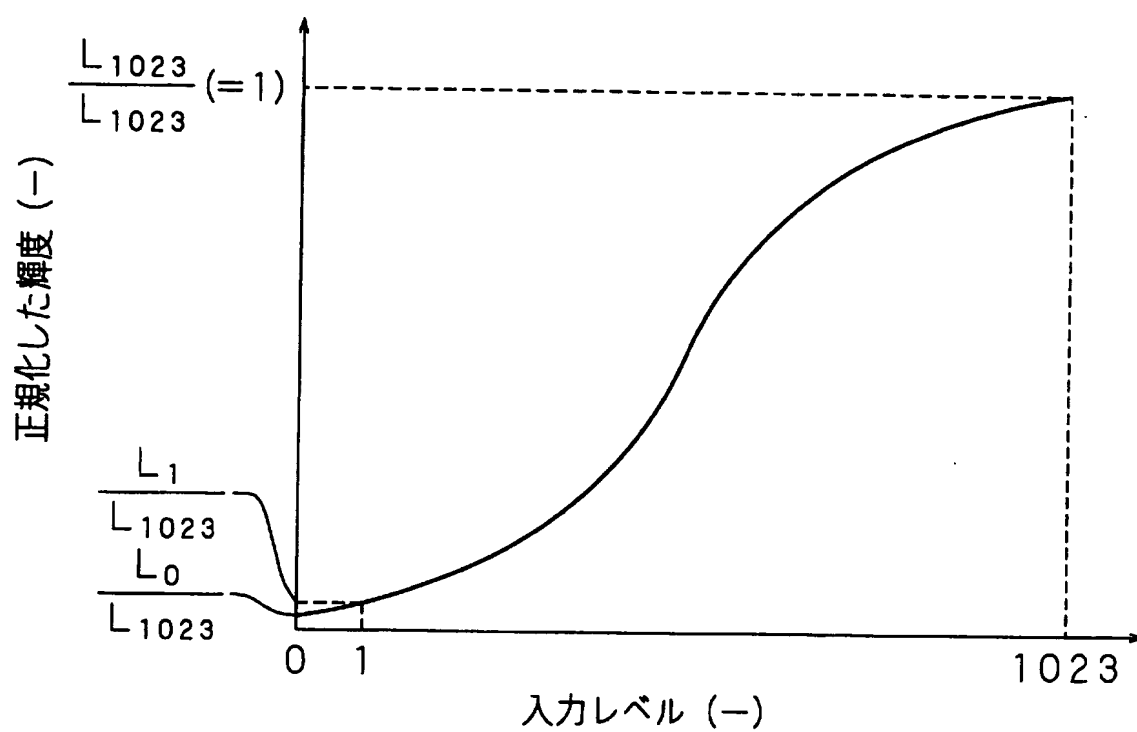
[図4]



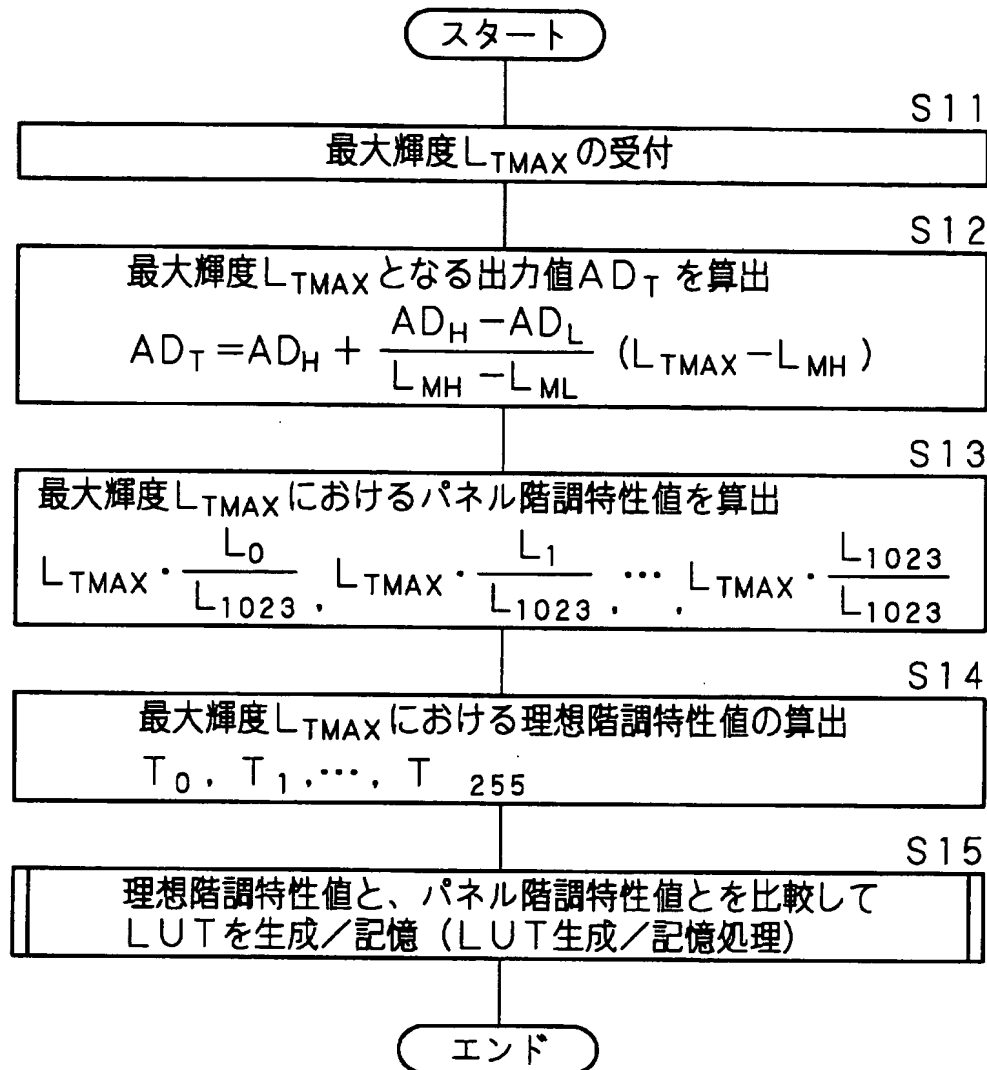
[図5]



[図6]



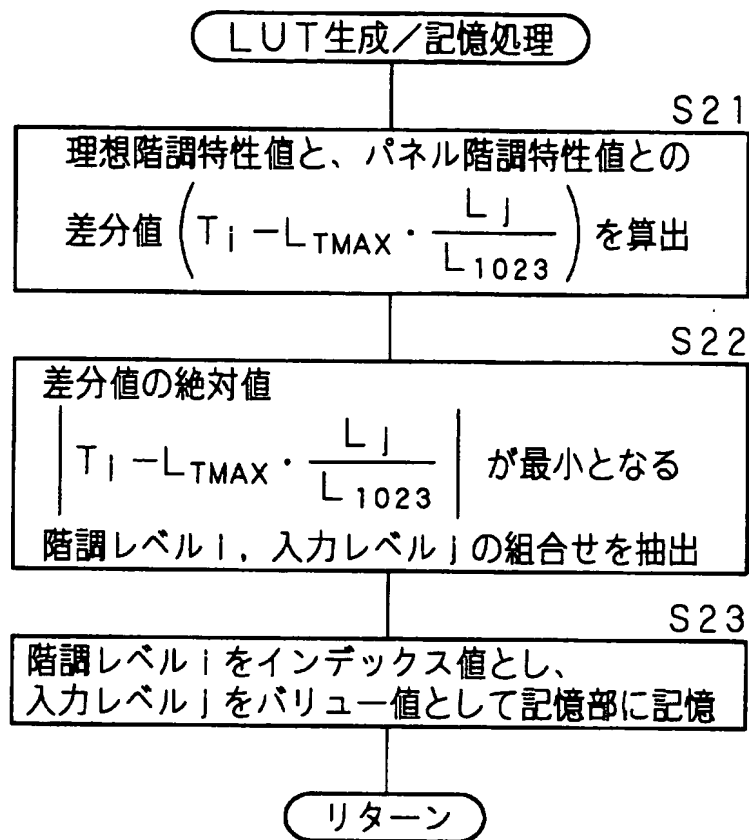
[図7]



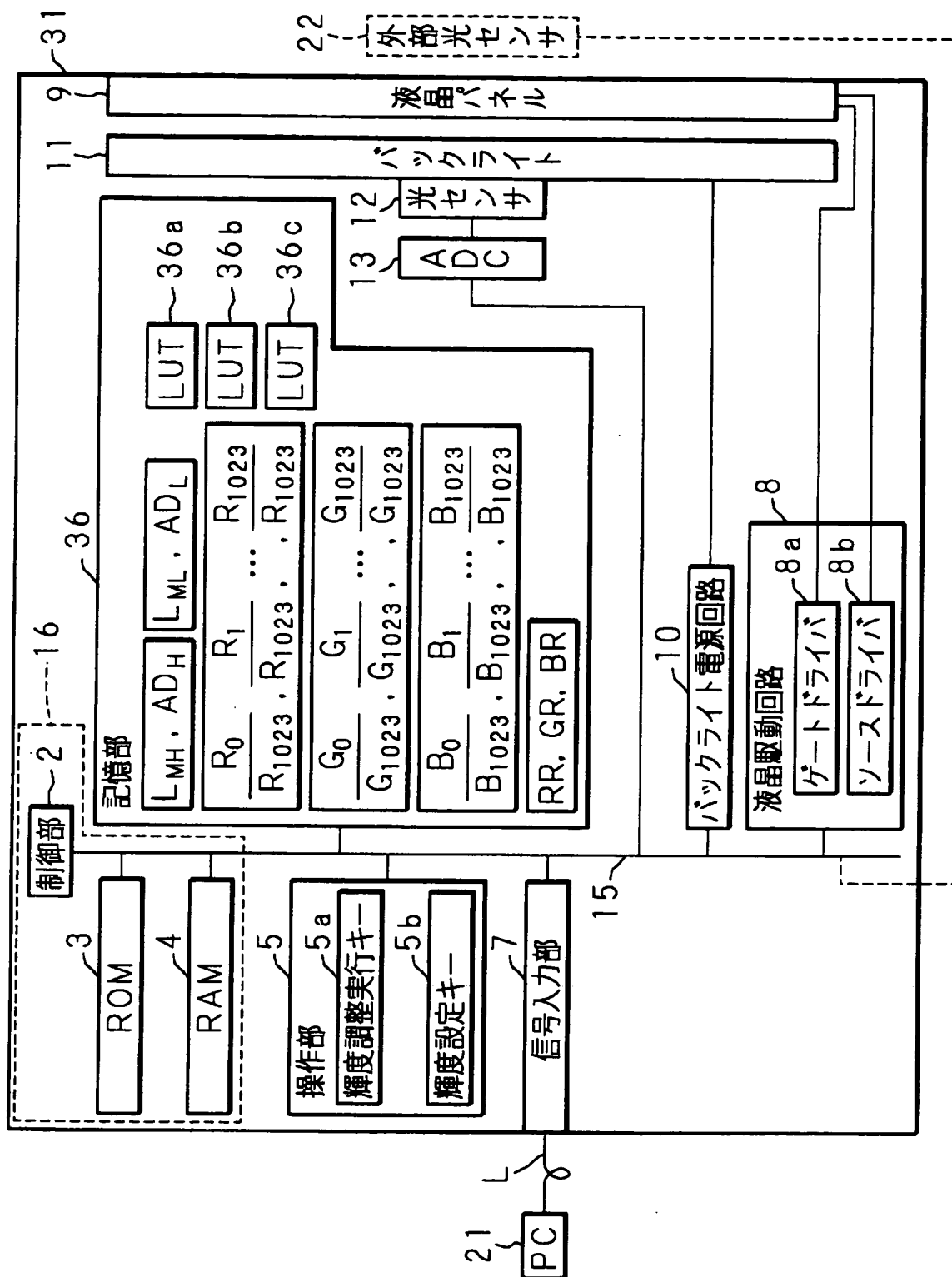
[図8]

輝度レベル (一)	最大輝度 L_{TMAX} (cd/m ²)
1	600
2	500
3	400
⋮	⋮

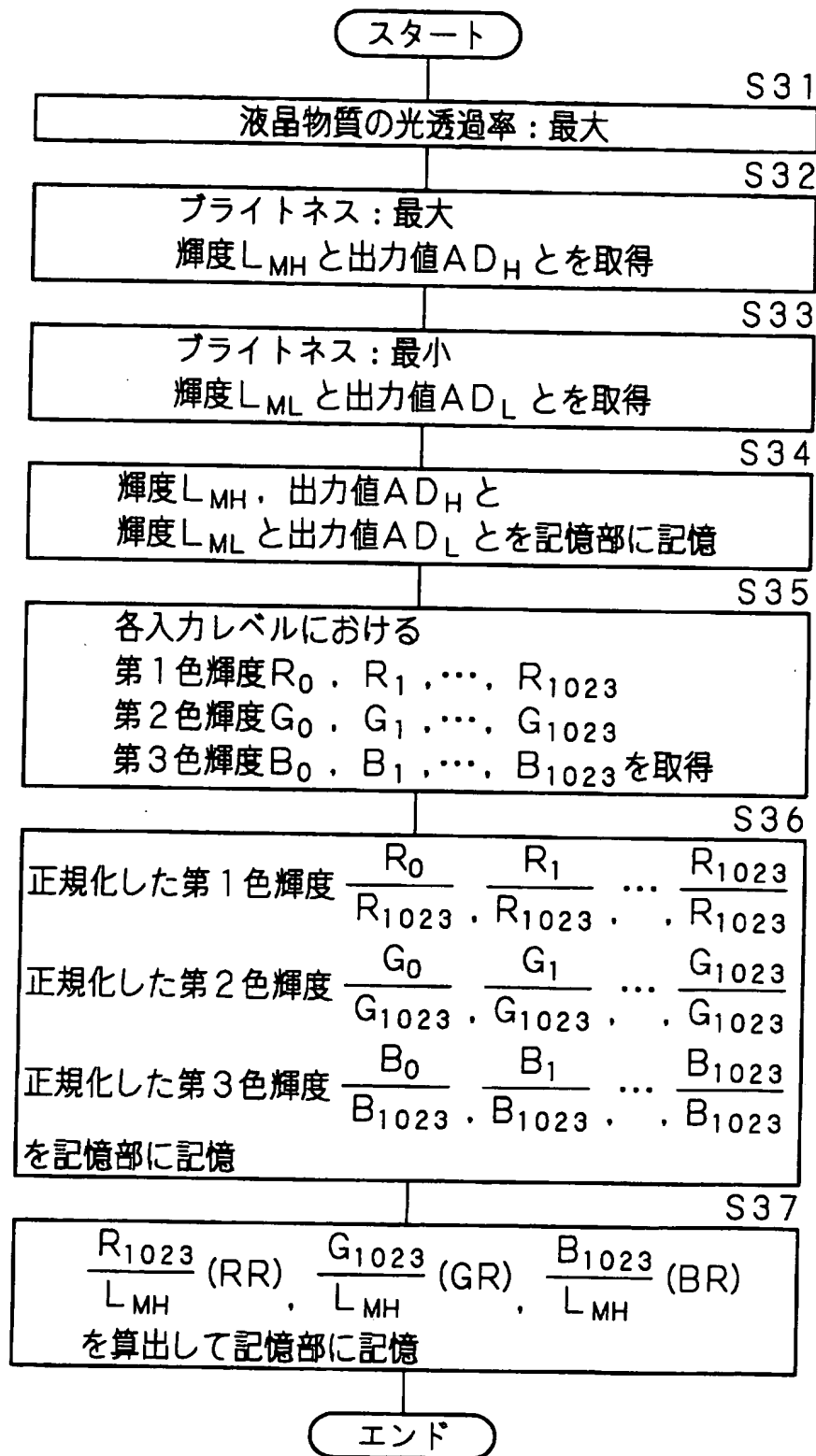
[図9]



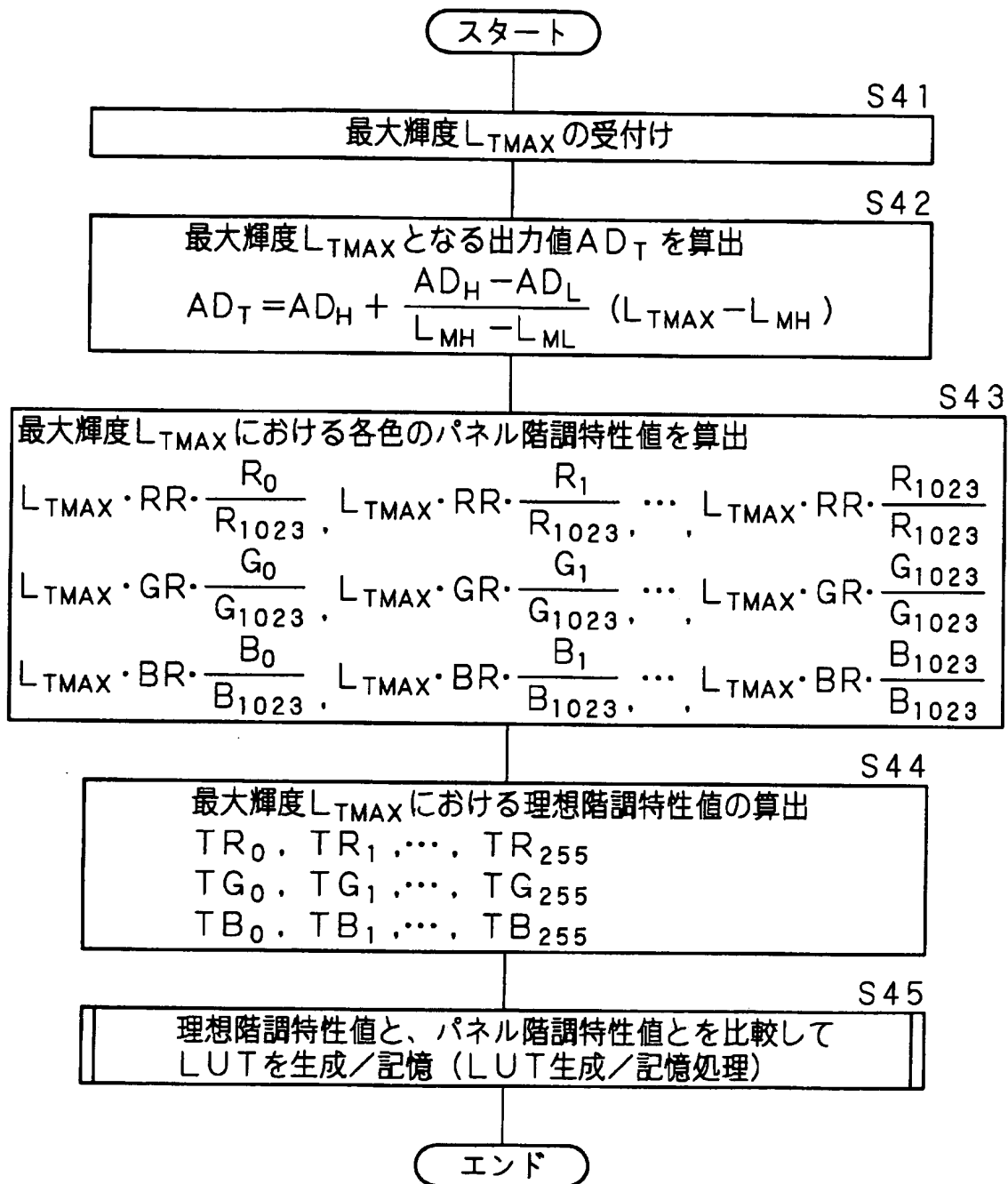
[図10]



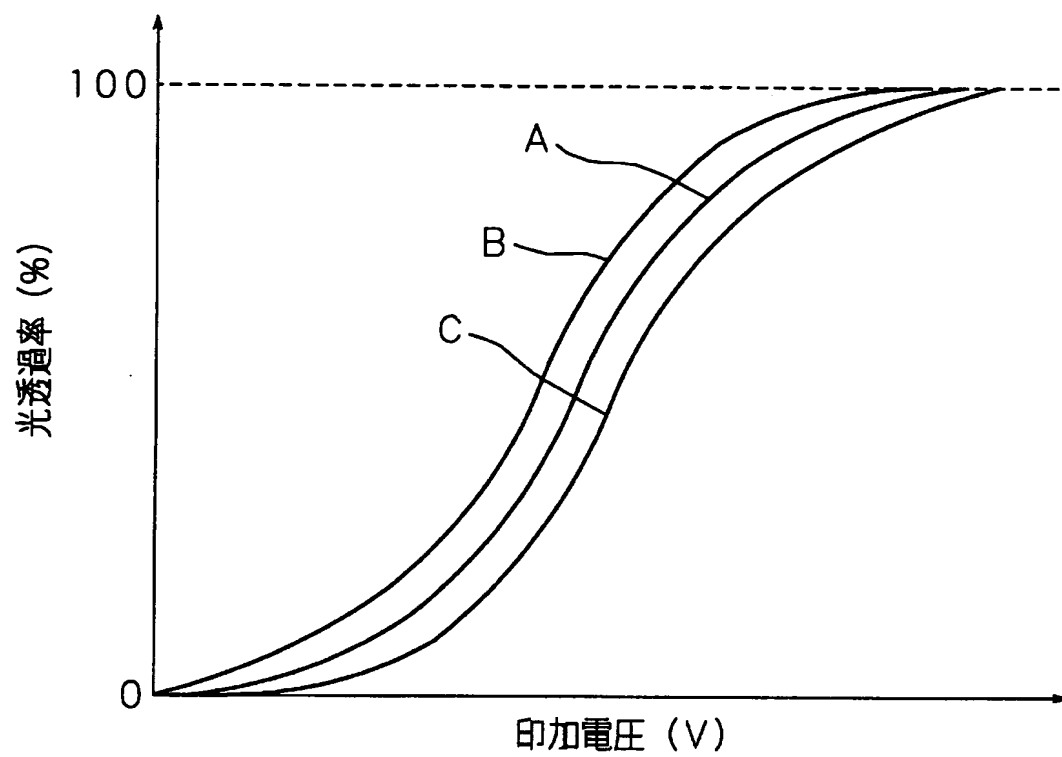
[図11]



[図12]



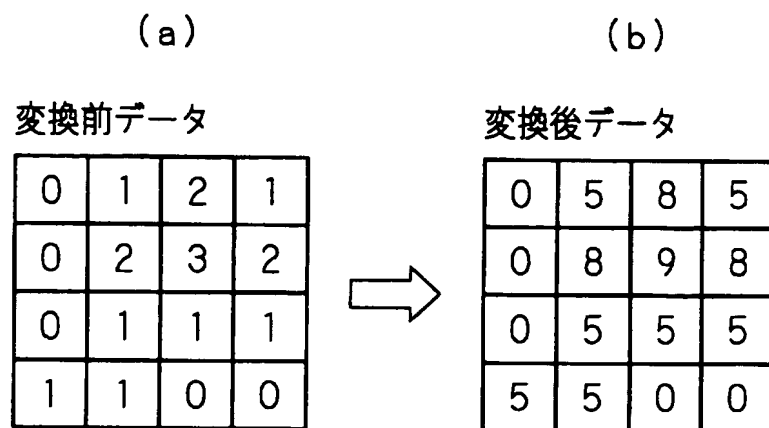
[図13]



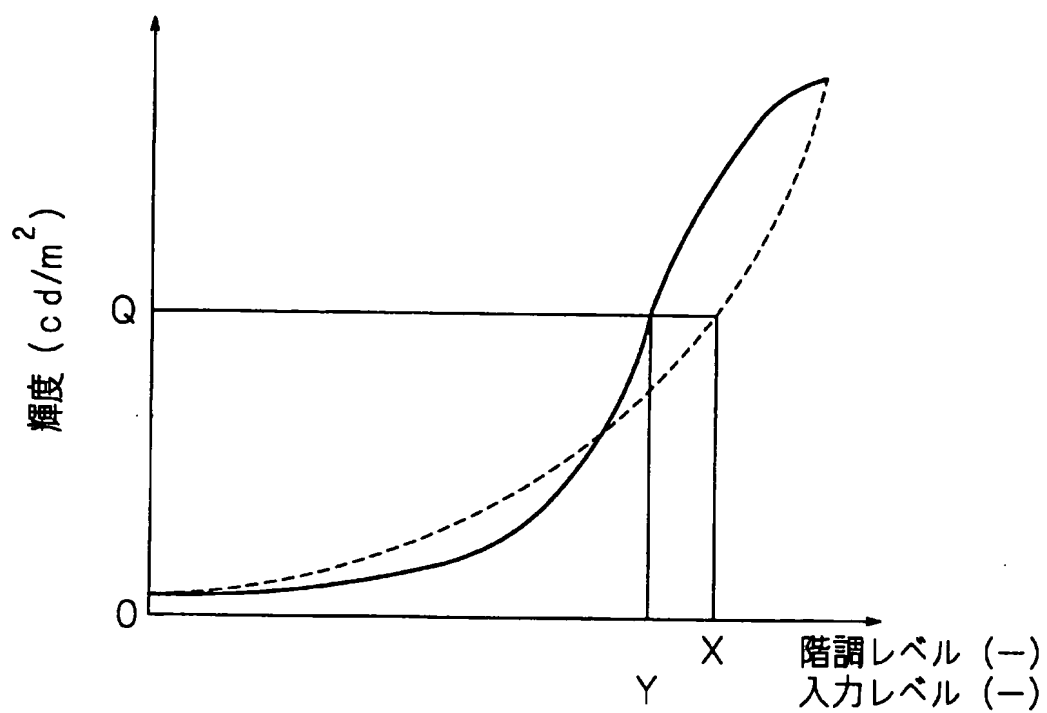
[図14]

階調レベル (インデックス)	入力レベル (バリュー)
00000000 (0)	0000000000 (0)
00000001 (1)	0000000101 (5)
00000010 (2)	0000001000 (8)
00000011 (3)	0000001001 (9)
⋮	⋮
11111111 (255)	1111111111 (1023)

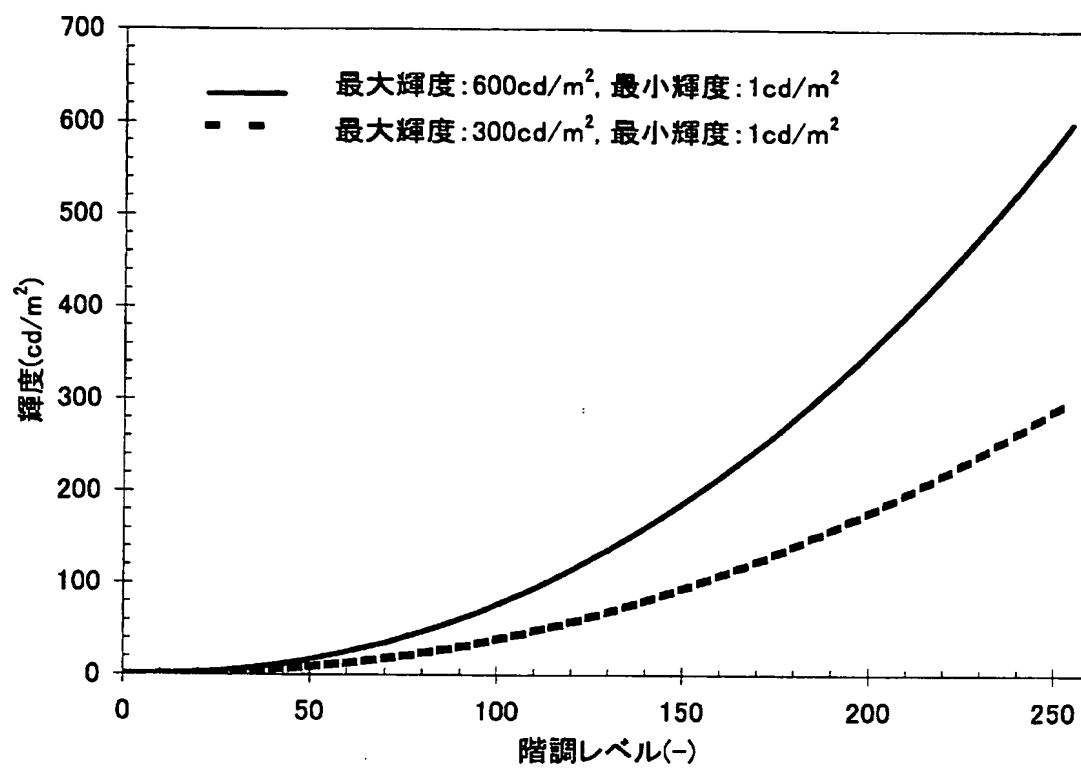
[図15]



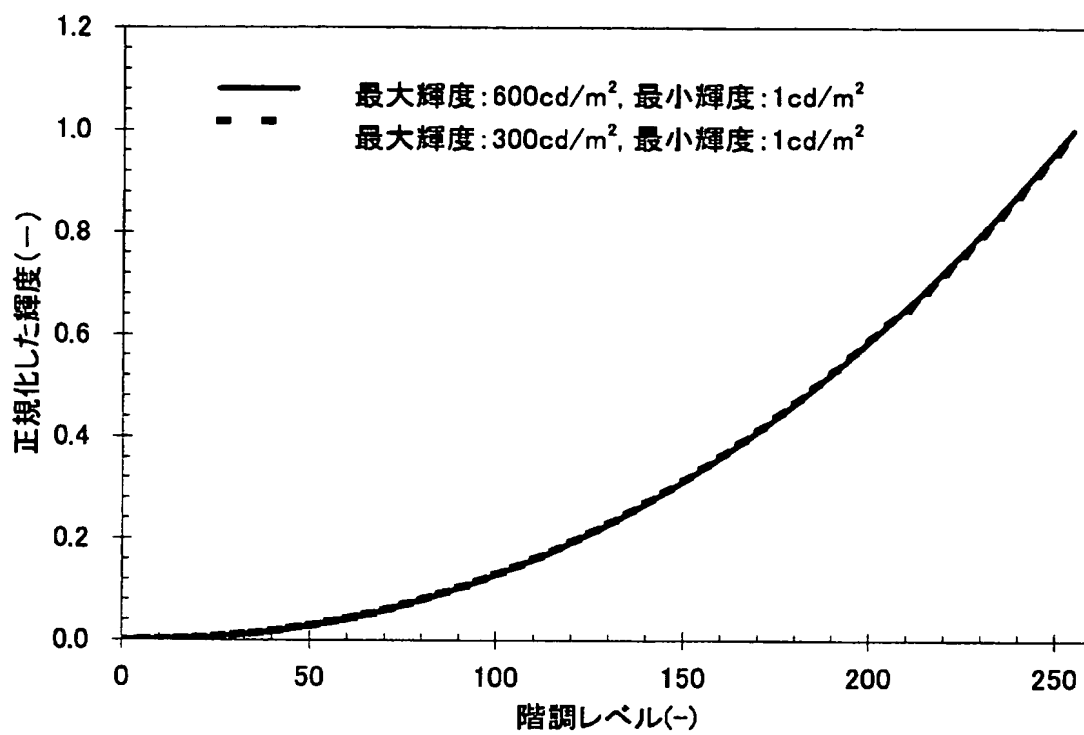
[図16]



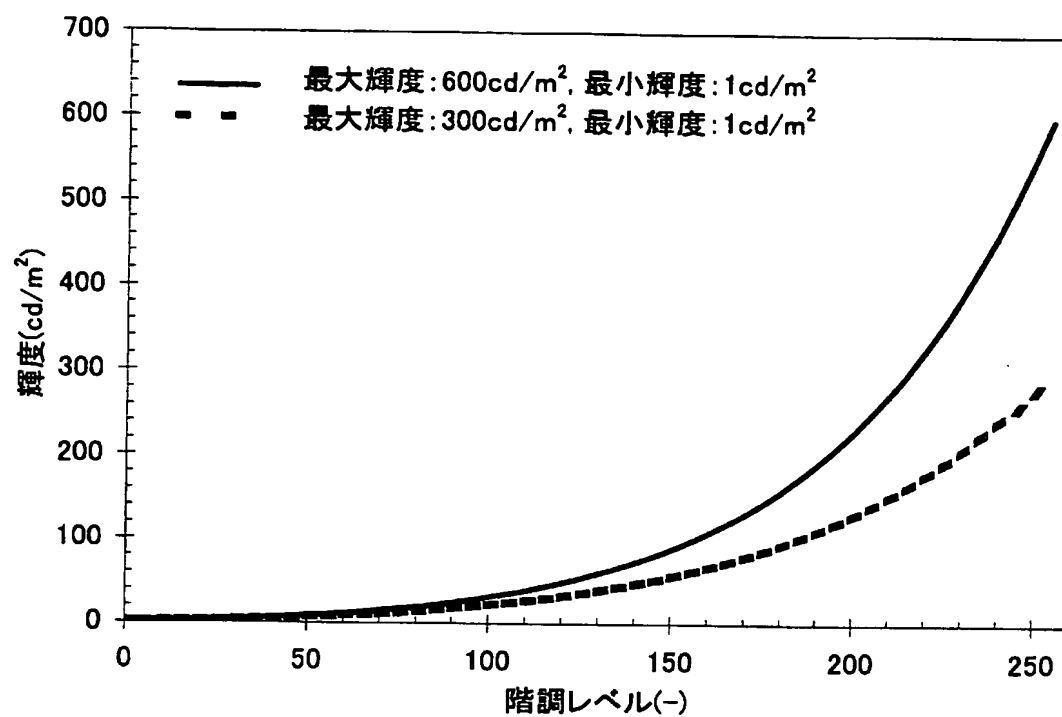
[図17]



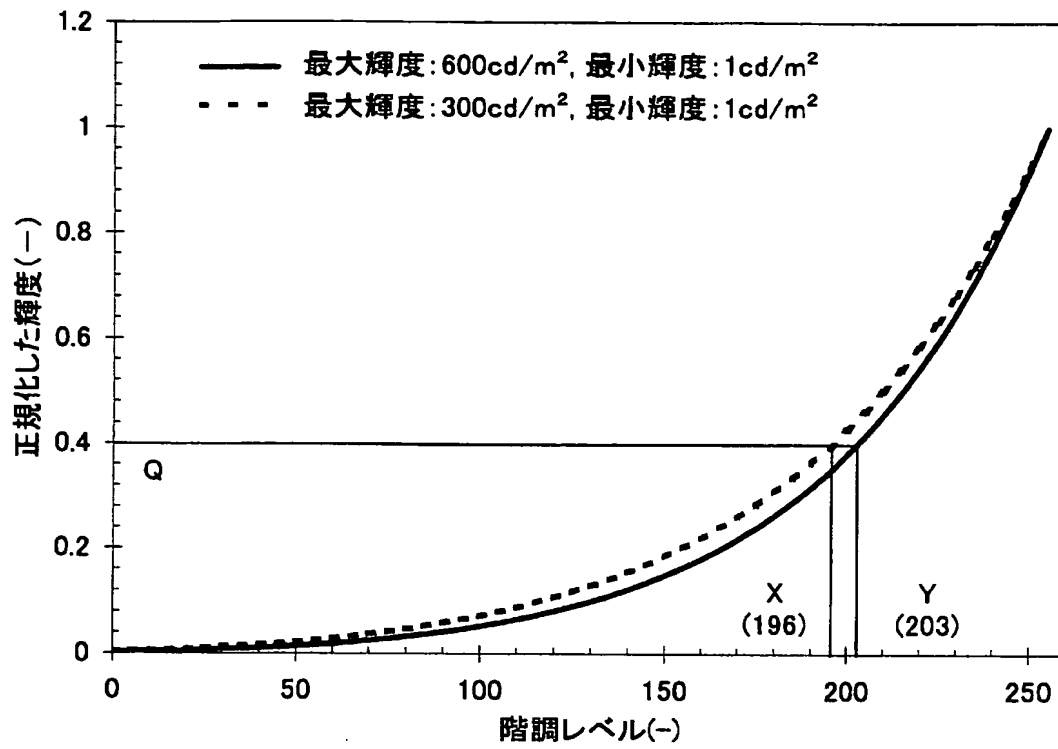
[図18]



[図19]



[図20]



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl ¹ G09G 3/36 G02F 1/133		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl ¹ G09G 3/00-3/38 G02F 1/133		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 10-222129 A (株式会社ナナオ) 1998.08.21, 段落【0008】-【0015】, 【図1】-【図4】 & EP 0861017 A2 & US 6188380 B1	1, 4-6, 8-9 2-3, 7, 10
Y A	JP 9-43569 A (住友電装株式会社) 1997.02.14, 段落【0018】-【0027】, 【図1】-【図2】 (ファミリーなし)	1, 4-6, 8-9 2-3, 7, 10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 06.01.2005	国際調査報告の発送日 25.1.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 西島 篤宏	2G 9308
電話番号 03-3581-1101 内線 3225		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	日本国実用新案登録出願 3-56119 号 (日本国実用新案登録出願公開 5-8900 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (矢崎総業株式会社) 1993. 02. 05, 段落【0010】-【0014】, 【図1】-【図3】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2000-315594 A (松下電器産業株式会社) 2000. 11. 14, 段落【0011】-【0015】, 【図1】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2002-99238 A (エヌイーシー三菱電機ビジュアルシステムズ株式会社) 2002. 04. 05, 全文, 全図 & US 2002/0036646 A1	1-10